COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT VINGT-SEPTIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1898.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUILLET 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Ferdinand Cohn*, Correspondant pour la Section de Botanique, professeur de Botanique à l'Université de Breslau, décédé subitement le 25 juin, dans sa 71e année.

M. **Van Tieghem** ajoute que M. Cohn s'est fait connaître surtout par de beaux travaux sur les Algues, notamment sur les Bactériacées, dont il a le premier institué la culture, classé les formes et précisé les affinités; inaugurant ainsi, il y a plus de vingt-cinq ans, l'ère des recherches si fécondes en applications de toutes sortes dont, à la suite des découvertes de Pasteur, ces plantes ont été l'objet depuis cette époque.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Tables numériques pour faciliter le développement, par interpolation, de la fonction perturbatrice.* Note de M. **O. CALLANDREAU.**

« La méthode de développement par interpolation, bien connue depuis les travaux de Cauchy et de Hansen, est fondée sur cette remarque : si l'on suppose donnée la position d'une planète, le carré de sa distance Δ^2 à une autre planète quelconque peut être exprimé en fonction rationnelle et entière des sinus et cosinus de l'anomalie excentrique ε de cette planète. D'une manière plus précise, l'expression de Δ^2 peut être décomposée en deux facteurs linéaires chacun relativement à $\sin\varepsilon$ et $\cos\varepsilon$, et l'un de ces facteurs diffère de l'unité d'une quantité du second degré par rapport à l'excentricité. Cette circonstance facilite le développement en série trigonométrique des puissances impaires de $\frac{1}{\Delta}$ dont on a besoin, en particulier de $\frac{1}{\Delta^3}$. Les quadratures mécaniques donnent le moyen de développer suivant l'anomalie dépendant de l'autre planète. On peut passer ensuite des anomalies excentriques aux anomalies moyennes.

» Si l'on met à profit la décomposition en facteurs, on est amené à introduire les transcendantes $b_s^{(i)}$ de Laplace, dont la définition résulte de

$$(1) \qquad (1 + \alpha^2 - 2\alpha\cos\theta)^{-s} = \tfrac{1}{2}b_s^{(0)} + b_s^{(1)}\cos\theta + \ldots + b_s^{(i)}\cos i\theta + \ldots;$$

s prend les valeurs $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \ldots$.

» En d'autres circonstances, par exemple dans le calcul des variations séculaires suivant la méthode de Gauss (*Determinatio attractionis....*), question qui a fait l'objet de travaux très nombreux depuis que M. G.-W. Hill [1] a perfectionné la mise en nombres des formules de Gauss, on cherche le développement de $\frac{1}{\Delta}$ en posant

$$\Delta^2 = A + B\cos\varepsilon + C\sin\varepsilon + F\cos 2\varepsilon + G\sin 2\varepsilon,$$

sans passer par la décomposition de Δ^2 en facteurs.

---

(1) *On Gauss's method of computing secular perturbations* (*Astronomical Papers,* t. I).

» Il est clair aussi que si, à l'exemple de Gauss et de Jacobi, on est conduit à substituer à ε une autre anomalie η par les formules

$$\cos\varepsilon = \frac{\alpha' + \beta'\cos\eta + \gamma'\sin\eta}{\alpha + \beta\cos\eta + \gamma\sin\eta}, \qquad \sin\varepsilon = \frac{\alpha'' + \beta''\cos\eta + \gamma''\sin\eta}{\alpha + \beta\cos\eta + \gamma\sin\eta},$$

$\frac{1}{\Delta}$ garde la même forme, abstraction faite du facteur $\alpha + \beta\cos\eta + \gamma\sin\eta$ au numérateur; mais la circonstance qui rendait avantageuse la décomposition en facteurs ne se présente plus, en général, et il y a lieu de calculer directement les coefficients du développement

$$(2) \qquad \begin{cases} \Delta^{-2s} = \frac{1}{2} a_s^{(0)} + a_s^{(1)}\cos\varepsilon + a_s^{(2)}\cos 2\varepsilon + \ldots, \\ \qquad\qquad + b_s^{(1)}\sin\varepsilon + b_s^{(2)}\sin 2\varepsilon + \ldots; \end{cases}$$

s prend, comme plus haut, les valeurs $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \ldots$.

» On sait qu'une analyse très simple, dans le cas de (1), montre que $b_s^{(i)}$ s'exprime en fonction linéaire de $b_s^{(i-1)}$ et $b_s^{(i-2)}$, aussi en fonction linéaire de b_{s+1}^{i} et b_{s+1}^{i+1}. On en déduit qu'à la rigueur il suffit, pour avoir tous les coefficients, de connaître $b_{\frac{1}{2}}^{(0)}$ et $b_{\frac{1}{2}}^{(1)}$. Une analyse semblable, dans le cas de (2), montre qu'il suffit d'avoir les cinq premiers coefficients $a_s^{(0)}, a_s^{(1)}, a_s^{(2)}, b_s^{(1)}, b_s^{(2)}$ pour déterminer, au moyen de relations récurrentes simples, tous les coefficients se rapportant au même indice s; de même, la connaissance des cinq premiers coefficients avec l'indice $s+1$ suffit pour avoir tous ceux d'indice s.

» L'objet immédiat des Tables est de faciliter le calcul de $a^{(0)}, a^{(1)}, a^{(2)}, b^{(1)}, b^{(2)}$, pour l'indice $s = \frac{3}{2}$ (1).

» Naguère Le Verrier, dans le Tome II des *Annales de l'Observatoire,* a fait ressortir la grande utilité de Tables numériques pour calculer les transcendantes de Laplace. Plus tard, Runkle (*Smithsonian contributions to Knowledge*, t. IX), réalisant en partie les idées de Le Verrier, a publié des Tables étendues pour les valeurs de α comprises entre o et 0,75. Les Tables de Gyldén, récemment publiées par l'*Astronomische Gesellschaft,* sont plus commodes, mais elles vont seulement jusqu'à $\alpha = 0,63\ldots$. A l'égard du développement (2), les Tables publiées par M. Hill dans le Mémoire cité ramènent leur calcul à celui de *trois* transcendantes dont les valeurs sont données avec huit décimales et deux ordres de différences,

---

(1) En principe, le calcul dépend des intégrales elliptiques; mais il n'est pas avantageux d'y recourir à cause des transformations auxiliaires.

mais pour une étendue qui ne dépasse guère la moitié du champ de variation possible pour l'argument, l'emploi des différences devenant incommode au delà.

» Les présentes Tables, qui viennent d'être terminées, n'utilisent que *deux* transcendantes, données *pour toutes les valeurs possibles de l'argument*, avec la précision de *neuf* décimales, en n'employant toujours que les deux premières différences. Elles peuvent être considérées comme l'extension de celles publiées, il y a une quinzaine d'années, dans un *Mémoire sur le calcul des variations séculaires des éléments des orbites* (*Annales de l'Observatoire*, t. XVIII), où j'ai voulu compléter le Travail déjà cité de M. Hill. Partant des nombres de Runkle, donnés avec sept décimales, j'avais calculé les nombres des Tables avec la même précision, de manière à pouvoir compter sur six décimales. Cette précision me paraissait suffisante pour le calcul des variations séculaires.

» Depuis cette époque, il a paru dans divers Recueils : les *Monthly Notices*, le *Bulletin astronomique* et surtout l'*Astronomical Journal*, de nombreuses applications de la méthode de Gauss; il a même semblé nécessaire à deux savants de rechercher une plus grande précision en construisant des Tables avec sept décimales ([1]).

» J'ai pris le parti de donner une plus grande extension aux Tables primitives en remarquant que les combinaisons à calculer peuvent s'écrire

$$(3)\quad \begin{cases} X = (1+\alpha^2)\,b_{\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{1}{8}(1+14\alpha^2+\alpha^4)\,\dfrac{b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{\alpha}, \\ Y = \frac{1}{4}(5+22\alpha^2+5\alpha^4)\,b_{\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{1}{8}(1-33\alpha^2-33\alpha^4+\alpha^6)\,\dfrac{b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{\alpha} \end{cases}$$

où

$$\frac{1}{2}\,b_{\frac{1}{2}}^{(0)} = 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2\alpha^2 + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{1.3\ldots 2n-1}{2.4\ldots 2n}\right)^2\alpha^{2n} + \ldots,$$

$$\frac{1}{2}\,\frac{b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{\alpha} = \frac{1}{2} + \frac{1.3}{2.4}\,\frac{1}{2}\,\alpha^2 + \frac{1.3.5}{2.4.6}\,\frac{1.3}{2.4}\,\alpha^4 + \ldots + \frac{1.3\ldots 2n+1}{2.4\ldots 2n+2}\,\frac{1.3\ldots 2n-1}{2.4\ldots 2n}\,\alpha^{2n} + \ldots,$$

([1]) R.-T.-A. Innes, *Tables to facilitate the application of Gauss's method of computing secular variations* (*Monthly Notices*, t. LIV).

L. Arndt, *Recherches sur le calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires* (*Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel*, t. XXIV; 1896).

et que la simple réduction des termes conduit à des séries

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{4X}{15} &= \frac{1}{2} + \frac{3}{16}\alpha^2 - \frac{\alpha^4}{128} - \frac{\alpha^6}{128.16} - \frac{3\alpha^8}{128.16.16} - \ldots, \\ \frac{4Y}{21} &= \frac{1}{2} + \frac{23}{16}\alpha^2 - \frac{\alpha^4}{128} + \frac{19\alpha^6}{128.16} + \frac{29\alpha^8}{128.16.16} + \ldots, \end{aligned} \right.$$

beaucoup plus convergentes que les séries de $b_{\frac{1}{2}}^{(0)}$ et $b_{\frac{1}{2}}^{(1)}$. Il arrive que dans les coefficients de α^{2n} ordonnés suivant les puissances de $2n$ les quatre puissances plus élevées de $2n$ disparaissent; on peut dire avec M. Poincaré (¹) que l'ordre de la convergence est augmenté de quatre unités relativement à ce qu'il est pour $b_{\frac{1}{2}}^{(0)}$ et $b_{\frac{1}{2}}^{(1)}$. Le calcul direct de X et Y devient dès lors pratique, au moins pour des valeurs modérées de α.

» Une réduction analogue pour les termes se présente lorsque, considérant les valeurs de α qui approchent de l'unité, on remplace $b_{\frac{1}{2}}^{(0)}$ et $b_{\frac{1}{2}}^{(1)}$ par les séries déduites de celles de Legendre pour le calcul des intégrales elliptiques complètes.

» Je m'étais proposé d'abord de porter à sept le nombre de décimales primitivement de six; je me suis décidé, par la suite, à aller jusqu'à huit et enfin neuf décimales (²). Les Tables ont ainsi reçu tout le développement compatible avec l'emploi des premières et secondes différences.

» Sans l'assistance habile que m'a prêtée M. G. Fayet, jeune astronome de l'observatoire, ce résultat n'aurait pu être atteint. On aura une idée de l'étendue matérielle du travail si l'on remarque que, tous les nombres de la Table étant obtenus séparément sans faire intervenir l'interpolation, il a fallu calculer directement 2000 séries, chacune avec 10 décimales : au moyen des séries (4) pour les valeurs de α inférieures à 0,800, au moyen des séries de Legendre transformées pour les valeurs de α comprises entre 0,800 et 1,000. »

(¹) *Sur le moyen d'augmenter la convergence des séries trigonométriques* (*Bulletin astronomique,* 1886).

(²) L'emploi de 9 décimales, loin d'être superflu, est à peine suffisant d'après M. Hill, dans la *Théorie de Jupiter et Saturne* (voir le t. IV des *Astronomical Papers*).

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'équilibre élastique d'un barrage en maçonnerie à section triangulaire.* Note de M. **Maurice Lévy**.

« 1. Dans ma Communication du 2 mai dernier, et dans d'autres écrits, j'ai dit que, pour un barrage de section triangulaire, l'emploi de la théorie mathématique de l'élasticité fournit une solution exacte pour les pressions élastiques et que cette solution se trouve être identique à celle que l'on obtient en appliquant la règle de Résistance des matériaux, dite *du trapèze*. Cette proposition suppose que le niveau de l'eau affleure la crête du barrage.

» Lorsque le niveau est plus élevé, la théorie de l'élasticité fournit encore une solution exacte simple, mais qui n'est plus conforme à la règle dont il s'agit. Nous allons envisager ce cas plus général.

» Soient, respectivement, O le sommet supérieur de la section triangulaire du barrage, A le pied du parement amont, B le pied du parement aval, de sorte que AB est l'épaisseur à la base.

» Prenons le point O pour origine des coordonnées, l'axe Ox étant horizontal et dirigé vers l'aval, l'axe Oy vertical descendant. Désignons par α l'angle de fruit AOy du parement d'amont, par β l'angle de fruit yOB du parement d'aval, et, comme dans la Communication du 2 mai 1898, nous désignerons par n_1, t respectivement les composantes normale et tangentielle de la force élastique exercée sur un élément vertical de l'amont vers l'aval, et par n, t les composantes similaires de la force élastique exercée sur un élément horizontal, par la partie du barrage placée au-dessus de lui.

» Les trois forces inconnues n, n_1, t doivent, comme nous l'avons dit dans la Note précitée, satisfaire d'abord aux trois équations différentielles

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial n_1}{\partial x} + \dfrac{\partial t}{\partial y} = 0, \qquad \dfrac{\partial t}{\partial x} + \dfrac{\partial n}{\partial y} = k, \\ \Delta_2(n + n_1) = 0, \end{cases}$$

k étant le poids spécifique de la maçonnerie. Nous prendrons le poids spécifique de l'eau pour unité, c'est-à-dire que, prenant le mètre pour unité de longueur, la tonne de 1000^{kg} sera l'unité de force.

» D'autre part, si l'on envisage un élément linéaire ds, faisant l'angle ψ avec la verticale descendante, cet angle compté positivement des y vers

les x, les composantes f_x, f_y de la force élastique f qu'il supporte sont données par les expressions

$$(2) \qquad \begin{cases} f_x = n_1 \cos\psi - t \sin\psi, \\ f_y = t \cos\psi - n \sin\psi. \end{cases}$$

» Si la force f est normale à l'élément ces expressions deviennent

$$(2') \qquad \begin{cases} n_1 \cos\psi - t \sin\psi = f \cos\psi, \\ n \sin\psi - t \cos\psi = f \sin\psi. \end{cases}$$

» Elles permettent d'exprimer les conditions sur les deux parements. Si h est la hauteur dont le niveau de l'eau dépasse la crête O du barrage, la pression normale de l'eau sur un point de la paroi d'amont dont l'ordonnée est y est : $f = y + h$. Sur la paroi d'aval, elle est $f = 0$. Donc les conditions sur les parois sont :

» 1° *Paroi d'amont.* — Pour $\psi = -\alpha$ ou $x = -y \tan\alpha$, on doit avoir

$$(3) \qquad \begin{cases} n_1 \cos\alpha + t \sin\alpha = (y + h) \cos\alpha, \\ n \sin\alpha + t \cos\alpha = (y + h) \sin\alpha. \end{cases}$$

» 2° *Paroi d'aval.* — Pour $\psi = \beta$ ou $x = y \tan\beta$:

$$(4) \qquad \begin{cases} n_1 \cos\beta - t \sin\beta = 0, \\ n \sin\beta - t \cos\beta = 0. \end{cases}$$

» 2. *Cas où le niveau de l'eau affleure la crête du barrage.* — Supposons d'abord $h = 0$. Je dis qu'alors la loi du trapèze s'applique, c'est-à-dire que n sera linéaire en x. Le moyen le plus simple de le montrer est d'appliquer cette loi, suivant les formules générales données dans notre Communication du 5 août 1895 et qui, ici, deviennent naturellement très simples. Si nous appelons n^0, n_1^0, t^0 ce que deviennent n, n_1, t dans ce cas particulier, on trouve :

» *a.* Quand le parement amont est vertical

$$(5) \qquad \begin{cases} n^0 = (k - \cot^2\beta) y + Qx, \\ n_1^0 = y, \\ t = x \cot^2\beta, \end{cases}$$

où l'on a posé pour abréger

$$(5') \qquad Q = 2\cot^3\beta - k \cot\beta ;$$

» *b*. Si le parement d'amont est quelconque

$$n^0 = \left[k + \frac{\tan\alpha}{\tan\beta + \tan\alpha} - Q(\tan\beta - \tan\alpha)\right]\frac{y}{2} + Qx,$$

$$(5)\quad \begin{cases} n_1^0 = -\tan\beta\tan\alpha\left[Q + \dfrac{1}{\tan\beta + \tan\alpha}\right]x \\ \qquad + \dfrac{\tan^2\beta}{2}\left[k + \dfrac{3\tan\alpha}{\tan\beta + \tan\alpha} + Q(\tan\beta + 3\tan\alpha)\right]y, \\ t^0 = \tan\beta\tan\alpha\left[Q + \dfrac{1}{\tan\beta + \tan\alpha}\right]y \\ \qquad + \left[k - \dfrac{\tan\alpha}{\tan\beta + \tan\alpha} + Q(\tan\beta - \tan\alpha)\right]\dfrac{x}{2}, \end{cases}$$

en posant, pour abréger

$$(5')\qquad Q = \frac{-k\tan^2\beta + (k-1)\tan^2\alpha - 3\tan\beta\tan\alpha + 2}{(\tan\beta + \tan\alpha)^3}.$$

Q a la même signification que dans la Note du 5 mai 1895, mais se réduit ici à une constante, tandis que, dans le cas général, c'est une fonction de y.

» On vérifie facilement que ces expressions mises à la place de n, n_1, t, satisfont bien aux conditions (1), (3) et (4), du problème. On voit d'ailleurs qu'ici la pression $n = n^0$ sur une assise horizontale est non seulement linéaire en x, ce qui est la règle du trapèze, mais que les trois forces inconnues sont linéaires et homogènes à la fois en x et y.

» Si l'on pose

$$y = r\cos\varphi,\qquad x = r\sin\varphi,$$

définissant la position d'un point par ses coordonnées polaires et qu'on porte ces valeurs de $n = n^0$, $n_1 = n_1^0$, $t = t^0$ dans les expressions de f_x, f_y, on voit que r sera partout en facteur, et l'on arrive à cette proposition :

» *Si, dans une section issue de l'arête supérieure* O *d'un barrage triangulaire, on envisage des éléments superficiels parallèles, les forces élastiques f qu'elles supportent sont elles-mêmes parallèles et leurs grandeurs sont proportionnelles aux distances r des éléments considérés à la crête du barrage.*

» 3. *Cas où le niveau dépasse la crête.* — Supposons à présent que le niveau dépasse la crête du barrage d'une hauteur h. Posons alors

$$(6)\qquad n = n^{(0)} + n^{(1)},\qquad n_1 = n_1^{(0)} + n_1^{(1)},\qquad t = t^{(0)} + t^{(1)},$$

$n^{(0)}$, $n_1^{(0)}$, $t^{(0)}$ ayant les valeurs ci-dessus trouvées. Les nouvelles inconnues $n^{(1)}$, $n_1^{(1)}$, $t^{(1)}$ devront alors satisfaire aux équations différentielles (1) privées

du second membre k et aux conditions aux parois (3) et (4) après qu'on aura enlevé du second membre le terme y. On voit de suite qu'on pourra satisfaire à toutes ces conditions en prenant pour les inconnues des fonctions homogènes et de degré zéro, c'est-à-dire des fonctions du rapport $\frac{x}{y}$ ou, si l'on veut, de l'angle polaire φ. Car de telles fonctions se réduisent bien à des constantes sur les parois, comme cela est exigé. En faisant en sorte de satisfaire aux équations (1) et d'obtenir les constantes h ou o indiquées par les équations (3) et (4) privées du terme y, on obtient les expressions suivantes, que l'on vérifie aisément satisfaire aux conditions indiquées :

» *a*. Si le parement amont est vertical

$$(7)\quad \begin{cases} n^{(1)} = \dfrac{-h}{\tang\beta - \beta}(\beta - \varphi - \sin\varphi\cos\varphi), \\ n_1^{(1)} = \dfrac{-h}{\tang\beta - \beta}(\beta - \varphi + \sin\varphi\cos\varphi - \tang\beta), \\ t^{(1)} = \dfrac{h\sin^2\varphi}{\tang\beta - \beta}; \end{cases}$$

» *b*. Si le parement amont est quelconque et si l'on fait, pour abréger,

$$\beta + \alpha = \delta,$$

on obtient

$$(7')\quad \begin{cases} n^{(1)} = \dfrac{-h}{\sin\delta - \delta\cos\delta}[(\beta - \varphi - \sin\varphi\cos\varphi)\cos\delta - \sin\alpha\cos\beta], \\ n_1^{(1)} = \dfrac{-h}{\sin\delta - \delta\cos\delta}[(\beta - \varphi + \sin\varphi\cos\varphi)\cos\delta - \sin\beta\cos\alpha], \\ t^{(1)} = \dfrac{-h}{\sin\delta - \delta\cos\delta}\left[\dfrac{\cos2\varphi\cos\delta - \cos(\beta - \alpha)}{2}\right]. \end{cases}$$

» Les équations (6), où les seconds membres sont donnés par les expressions (4), (4′) ou (5), (5′) et (7) ou (7′), fournissent n, n_1, t. On en tire, par les équations (2), la force élastique f sur n'importe quel élément d'inclinaison ψ sur la verticale. Si l'on veut les composantes normale et tangentielle f_n et f_t de f au lieu de celles f_x, f_y, on a

$$(8)\quad \begin{cases} f_n = \dfrac{n_1 + n}{2} + \dfrac{n_1 - n}{2}\cos2\psi - t\sin2\psi, \\ f_t = \dfrac{n_1 - n}{2}\sin2\psi + t\cos2\psi. \end{cases}$$

» Les forces $n^{(1)}$, $n_1^{(1)}$, $t^{(1)}$ restent constantes le long d'une section *radiale*

ou issue de la crête O du barrage. Il s'ensuit que, dans le cas que nous considérons ici, le théorème de la fin du § 2 se modifierait en ce que les forces élastiques agissant sur les éléments parallèles qu'on y considère, au lieu de varier proportionnellement à r, varient linéairement avec cette grandeur.

» *Observations.* — On voit que si h n'est pas nul, n ne varie plus linéairement avec x. La loi du trapèze ne s'applique plus et si h était considérable, cette loi serait sans doute en défaut d'une façon très appréciable. Nos formules permettent de faire facilement les calculs numériques nécessaires pour s'en rendre compte.

» Si h devenait négatif, c'est-à-dire si le niveau descendait au-dessous de la crête, nos formules ne s'appliqueraient plus.

» Le problème pourrait sans doute être encore résolu exactement, mais par l'emploi de séries.

» 4. *Déplacements élastiques.* — Ayant les forces élastiques n, n_1, t, il est facile d'en déduire le déplacement élastique de chaque point et, par conséquent, d'obtenir la flèche du barrage.

» Les formules de l'élasticité donnent, en appelant μ et ε deux coefficients relatifs à l'élasticité de la maçonnerie, et u et v les composantes horizontale et verticale du déplacement élastique d'un point :

$$(9)\qquad \begin{cases} 2\mu\dfrac{\partial u}{\partial x} = -(1-\varepsilon)n_1 + \varepsilon n, \\ 2\mu\dfrac{\partial v}{\partial y} = -(1-\varepsilon)n + \varepsilon n_1, \\ \mu\left(\dfrac{\partial u}{\partial y} + \dfrac{\partial v}{\partial x}\right) = -t. \end{cases}$$

» Posons, pour abréger,

$$n^0 = a\,x + b\,y,$$
$$n_1^0 = a_1 x + b_1 y,$$
$$t^0 = (k-b)x - a_1 y,$$

les constantes a, b, a_1, b_1 étant données par les formules (5).

» Les trois équations (9), entre les deux seules inconnues u et v, sont toujours compatibles et l'on obtient, en appelant u_0, v_0, K trois constantes d'intégration dont la première représente la flèche que prend le barrage, c'est-à-dire le déplacement horizontal de son sommet O, et la

seconde son déplacement vertical :

$$2\mu(u-u_0)=[-a_1+\varepsilon(a+a_1)]\frac{x^2}{2}+[-b_1+\varepsilon(b+b_1)]xy+[a+2a_1-\varepsilon(a+a_1)]\frac{y^2}{2}$$
$$+\frac{h}{\sin\delta-\delta\cos\delta}\Big[(1-2\varepsilon)(\beta-\varphi)\cos\delta-\sin\beta\cos\alpha+\varepsilon\sin\delta\Big]x-\frac{y}{2}\cos(\beta-\alpha)$$
$$+(1-\varepsilon)\cos\delta y\,\mathrm{Log}\frac{x^2+y^2}{K^2},$$

$$2\mu(v-v_0)=[b_1+2b-\varepsilon(b+b_1)-2k]\frac{x^2}{2}+[-a+\varepsilon(a+a_1)]xy+[-b+\varepsilon(b+b_1)]\frac{y^2}{2}$$
$$+\frac{h}{\sin\delta-\delta\cos\delta}\Big[(1-2\varepsilon)(\beta-\varphi)\cos\delta-\sin\alpha\cos\beta+\varepsilon\sin\delta\Big]y-\frac{x}{2}\cos(\beta-\alpha)$$
$$-(1-\varepsilon)\cos\delta x\,\mathrm{Log}\frac{x^2+y^2}{K^2}.$$

» On détermine les trois constantes u_0, v_0, K en exprimant que le barrage est encastré, c'est-à-dire qu'au milieu de sa base, soit en appelant H sa hauteur : pour $y=H$, $x=H\frac{\tan\beta-\tan\alpha}{2}$, on a

$$u=0,\qquad v=0,\qquad \frac{\partial v}{\partial x}=0.$$

» Pour les calculs numériques, le coefficient d'élasticité E est donné en fonction de μ et ε par la formule

$$E=\frac{2(1+\varepsilon)}{1-2\varepsilon}\mu.$$

» On prend habituellement $\varepsilon=\frac{1}{4}$; d'où $\mu=\frac{2}{5}E$.

» Si le niveau de l'eau affleure la crête du barrage, $h=0$ et les déplacements sont des fonctions du second degré de x et y. »

PHYSIQUE. — *Sur l'entretien du mouvement pendulaire sans perturbation. Entretien du pendule géodésique.* Note de M. G. **Lippmann**.

« 1. On sait que lorsque l'on entretient le mouvement d'un pendule, comme on le fait d'ordinaire, à l'aide d'un rouage d'horlogerie, la durée des oscillations est altérée : il y a perturbation. Suivant une remarque que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (¹), toute perturbation

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXII; 1896.

disparaît, pourvu que l'on entretienne le mouvement par une série d'impulsions instantanées, alternativement égales et de signes contraires, imprimées au pendule successivement à la montée et à la descente. La position du pendule au moment de l'impulsion peut être quelconque, pourvu qu'elle soit la même pour deux impulsions successives. Dans ce cas, deux impulsions successives produisent des perturbations égales et de signe contraire et dont la somme est rigoureusement nulle.

» Il est bon, par surcroît, de produire les impulsions au moment du passage par la position d'équilibre; les perturbations produites par chaque impulsion sont alors isolément nulles ([1]), ou du moins infiniment petites, et, en outre, en alternant leurs signes, on rend nulle leur somme algébrique.

» Dans le cas où l'intervalle de temps θ qui sépare le passage par la position d'équilibre du moment où se produit l'impulsion, est très petit, on calcule la perturbation, simplement en négligeant les infiniment petits d'ordre supérieur au premier. Soit y_1 l'élongation au moment de l'impulsion. Pendant le temps θ, la vitesse est constante et égale à la vitesse maxima $\frac{2\pi a}{T}$, a étant l'amplitude maxima et T la période. On a donc

$$(1) \qquad \theta = y_1 : \frac{2\pi a}{T}.$$

Avant l'impulsion, le mouvement du pendule pourrait être représenté par une sinusoïde amortie qui rencontre l'axe du temps en un point O, dont la distance à l'ordonnée y_1 est θ. Après l'impulsion, le mouvement est représenté par un arc de sinusoïde amortie, d'amplitude a', plus grande que a. Cet arc prolongé coupe l'axe du temps en un point O'; c'est-à-dire que le mouvement est le même que si le passage par la verticale avait eu lieu en O'. La perturbation est précisément égale à OO'. La distance du point O' à l'ordonnée y_1 est

$$(2) \qquad \theta' = y_1 : \frac{2\pi a'}{T}.$$

Des équations (1) et (2) on tire

$$\frac{\theta - \theta'}{T} = 2\pi \frac{y_1}{a} \cdot \frac{a' - a}{a}.$$

([1]) Lord Kelvin a construit une horloge dans laquelle les impulsions ont lieu au moment du passage par la verticale et dont le fonctionnement est parfaitement régulier.

Pour qu'il y ait entretien, il faut que l'accroissement d'amplitude $a' - a$, dû à l'impulsion, comprenne l'amortissement μ; on a donc $\frac{a'-a}{a} = \mu$; et finalement on a pour valeur de la perturbation φ_1 due à une impulsion unique

$$\frac{\theta - \theta'}{T} = 2\pi \frac{y_1}{a} \mu = \varphi_1. \tag{3}$$

L'impulsion suivante, qui a lieu lorsque l'ordonnée y_1 est de nouveau atteinte, mais avec changement de signe de la vitesse, donne lieu à une perturbation φ_2 qui a même expression que φ_1 au signe près. Que l'on construise d'ailleurs la figure dans les deux cas : on obtient deux figures, symétriques l'une de l'autre par rapport à une ordonnée de la courbe. D'où

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 0.$$

» 2. On peut appliquer le même principe à l'entretien du pendule géodésique.

» Supposons ce pendule muni d'un aimant horizontal, qui pénètre dans une bobine d'entretien. Cette bobine reçoit les courants alternés qui servent en même temps à entretenir un balancier muni d'un contact électrique et qui s'entretient lui-même. Je dis que le pendule géodésique sera entretenu sans perturbation : il y a entretien, mais non *synchronisation*, lors même qu'il y aurait une petite différence entre les périodes du pendule et du balancier.

» En effet, une première impulsion produit une perturbation $\varphi_1 = 2\pi \frac{y_1}{a} \mu$. A l'impulsion suivante, la perturbation est $\varphi_2 = -2\pi \frac{y_2}{a} \mu$. Les élongations y_1 et y_2 ne sont pas identiques puisque les périodes sont différentes. On a $y_2 = y_1(1 + \varepsilon)$, ε étant une petite fraction; d'où

$$\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{1}{2\pi} \frac{y_1}{a} \mu\varepsilon.$$

» Pour apprécier ce que vaut cette perturbation résiduelle, prenons un exemple numérique : Supposons les périodes égales au début à un millième près, c'est-à-dire $\varepsilon = \frac{1}{1000}$. Soit $\frac{y_1}{a} = \frac{1}{100}$; soit $\mu = \frac{1}{5000}$, valeur

trouvée expérimentalement pour plusieurs instants; il vient

$$\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{1}{3,14}\,\frac{1}{100}\,\frac{1}{5000}\,\frac{1}{1000} = \frac{1}{3,10^9},$$

quantité absolument négligeable.

» L'entretien ainsi assuré, il serait commode d'agir sur la vis qui règle la longueur du balancier, de manière à annuler graduellement ε; non pour diminuer la perturbation, mais afin que l'écart de la verticale $\left(\frac{y_1}{a}\right)$ se maintienne d'elle-même très petite. On peut arriver à annuler ε puisque l'expérience dure indéfiniment. On parviendrait ainsi : 1° à entretenir indéfiniment le pendule géodésique, tout en maintenant son amplitude très petite; 2° à lire le nombre de ses oscillations sur la minuterie solidaire du balancier.

» 3. Peut-être pourrait-on appliquer le même principe à une expérience plus délicate : la détermination de la masse de la Terre.

» Un petit équipage analogue à celui de Cavendish, et porté par un fil de torsion très faible, oscillerait sous l'influence de deux sphères attirantes en plomb; il serait placé dans un vide très parfait, précautions déjà prises par M. Boys. Enfin, on l'entretiendrait par une série d'impulsions alternées de manière à ne pas modifier sa durée d'oscillation, et peut-être à obtenir cette durée avec une grande approximation. »

PHYSIQUE. — *Observations nouvelles sur le phénomène de Zeeman.* Note de MM. **Henri Becquerel** et **H. Deslandres.**

« Nous avons déjà présenté à l'Académie ([1]) les premiers résultats de recherches expérimentales que nous avons entreprises sur le phénomène de Zeeman. En particulier, nous avons signalé, dans le spectre du fer, un mode nouveau de division des raies sous l'influence d'un champ magnétique.

» Au cours de ces recherches, nous avons pu disposer d'un champ magnétique plus intense que celui de nos premières expériences, grâce à l'obligeance de M. Pierre Weiss qui nous a prêté un électro-aimant de son invention, dont la disposition originale permet d'obtenir, sous un volume et avec un poids relativement faibles, des champs magnétiques très intenses, s'élevant jusqu'à 35000 unités C. G. S.

» *Disposition expérimentale.* — Nous ne reviendrons pas sur la descrip-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 997; 4 avril 1898.

tion du spectroscope photographique à réseau Rowland, qui a été donnée dans la Note précitée. Une première série de photographies des spectres a été faite en prenant pour source lumineuse une étincelle d'induction éclatant entre deux pointes placées elles-mêmes entre les armatures coniques tronquées de l'électro-aimant Weiss, armatures aussi rapprochées que le permettait le support spécial des électrodes. Dans ces conditions, le champ magnétique est à peu près uniforme sur la longueur de l'étincelle, et, avec un courant de 9 à 10 ampères, il atteint environ 20000 unités C.G.S. Nous avons ainsi obtenu une série de très belles épreuves, montrant les diverses particularités du phénomène de Zeeman pour des raies comprises entre les longueurs d'onde $\lambda = 5000$ et $\lambda = 2200$ unités d'Angström.

» Nous avons alors cherché à augmenter autant qu'il était possible le champ magnétique dans la région où éclatait l'étincelle, et nous y sommes parvenus en employant le dispositif suivant :

» Les armatures de l'électro-aimant ont été formées de deux cônes de fer doux, bien recuit, dont les sommets étaient placés vis-à-vis l'un de l'autre, et à 1^{mm} de distance. L'un des deux cônes était isolé par une lame de mica. Pour étudier le spectre du fer on faisait éclater l'étincelle entre les pointes des armatures elles-mêmes, et l'on obtenait ainsi un champ très intense. Nous estimons avoir pu réaliser ainsi un champ de 35000 unités C.G.S.

» Dans ce cas les radiations émises étaient observées dans une direction perpendiculaire aux lignes de force du champ magnétique. On sait que ces radiations sont polarisées rectilignement dans les plans principaux du champ. Au moyen d'une lentille, soit de verre, soit de spath fluor, on formait sur la fente du spectroscope une image de l'étincelle, dédoublée par son passage au travers d'un rhomboèdre de spath d'Islande.

» Pour étudier les spectres des radiations émises dans la direction des lignes de force du champ, on a substitué, à l'une des pointes, un cône tout à fait semblable, mais percé suivant son axe d'un canal cylindrique de 1^{mm} de diamètre, qui se continuait en s'élargissant au travers de l'armature cylindrique de l'appareil. L'étincelle éclatait toujours entre les deux armatures, mais le champ était un peu moins intense qu'avec les deux pointes.

» On sait que les vibrations lumineuses observées parallèlement au champ magnétique sont polarisées circulairement; l'analyseur circulaire qui permettait de séparer les vibrations de sens inverses et de juxtaposer les deux spectres était formé d'un rhomboèdre de spath d'Islande, muni d'une lame quart d'onde appropriée à la région du spectre que l'on se proposait de photographier.

» Enfin, pour étudier les spectres de corps autres que le fer, nous avons disposé des armatures coniques, dans l'axe desquelles était percé un trou cylindrique de 1^{mm}, et où l'on pouvait placer des fragments de métaux divers ou de charbon, formant la pointe du cône; l'une des armatures était isolée, et l'étincelle éclatait entre les pointes; l'observation était faite alors perpendiculairement au champ.

» *Résultats généraux.* — Dans ces conditions éminemment favorables nous avons étudié plusieurs spectres de bandes et de lignes.

» 1. *Spectres de bandes.* — Les bandes examinées sont :

» 1° Les bandes attribuées au carbone et au cyanogène, et en particulier la bande $\lambda = 3883,1$.

» 2° Les bandes du pôle négatif de l'azote et les bandes du pôle positif de l'azote qui sont formées de triplets enchevêtrés.

» Dans le champ magnétique très intense et avec le quatrième spectre du réseau Rowland décrit dans notre précédente Note, les raies des bandes n'ont montré ni dédoublement ni élargissement appréciables, alors que, dans des conditions identiques, les raies du spectre de lignes de l'air ont, au contraire, été fortement divisées.

» L'insensibilité des spectres de bandes à l'influence d'un champ magnétique, même très intense, déjà signalée dans notre dernière Note, apparaît donc comme un fait général d'une importance évidente.

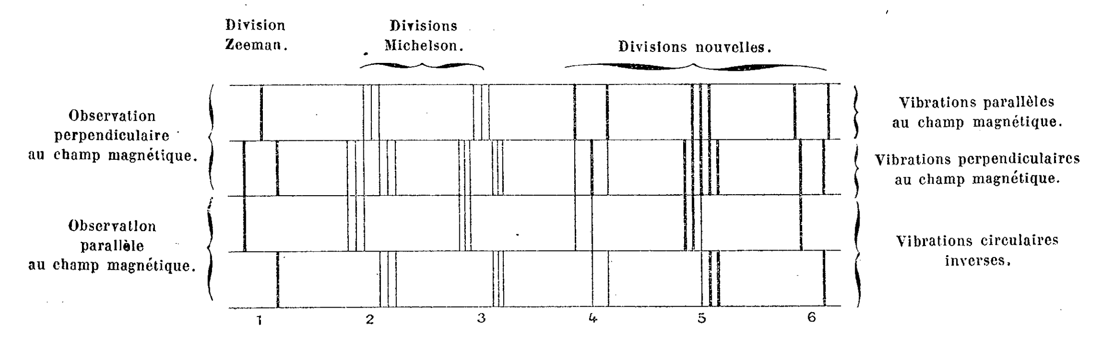
» 2. *Spectres de lignes.* — Nous avons étudié les spectres de lignes de divers métaux, et plus particulièrement le spectre du fer; nous ne parlerons aujourd'hui que de ce dernier. Les raies étudiées sont comprises entre $\lambda = 5000$ et $\lambda = 2200$; les radiations émises ont été observées, soit dans une direction normale au champ magnétique, soit parallèlement au champ.

» Lorsque l'étincelle éclate entre les pointes des armatures coniques, celle-ci traverse des régions où le champ n'est pas uniforme; la variabilité du champ se traduit par une déformation des raies dédoublées, dont la courbure permet de suivre l'influence d'un champ d'intensité progressivement croissante.

» Le relevé des très nombreux clichés que nous avons obtenus, et leur comparaison pour les rattacher l'un à l'autre et les ramener à des conditions communes, constituent une opération très longue dont nous publierons ultérieurement les résultats; nous nous proposons aujourd'hui de résumer sommairement les faits généraux qu'un premier examen de nos clichés nous a permis d'observer.

» *Modes de division signalés antérieurement.* — D'une manière générale, la plupart des raies fortes offrent la division simple en triplet annoncée

par M. Zeeman : lorsque, au moyen d'un rhomboèdre de spath, on analyse les vibrations émises perpendiculairement au champ, en juxtaposant les images, on obtient une raie simple pour les vibrations parallèles au champ, et un doublet pour les vibrations perpendiculaires; sur nos épreuves, ces raies se présentent disposées comme le type (1) de la figure ci-contre ([1]).



» D'autres raies peuvent être ramenées aux deux types généraux de division annoncés par M. Michelson [types (2) et (3) de la figure] et qui comprennent le cas particulier étudié par M. Cornu, notamment pour la raie D_1 du sodium.

» Un assez grand nombre de raies du fer offrent un mode de dédoublement analogue à celui de la raie D_1; pour la plupart de ces raies, le doublet des vibrations parallèles au champ est net, le doublet perpendiculaire est diffus, et chacune des composantes de ce dernier doublet s'étale avec tendance à un dédoublement dans la région la plus intense du champ. Quelques raies, et en particulier la raie $\lambda = 3465,95$, manifestent nettement ce dédoublement. Ce dernier cas rentrerait dans les types de M. Michelson par la suppression d'une des composantes de chaque triplet.

» D'après M. Michelson, chacune des trois raies primitives de Zeeman devrait toujours se diviser en trois composantes ayant des intensités quelconques, une ou deux des composantes pouvant être très faibles. Or, avec des raies, intenses par elles-mêmes, et fortement dédoublées par le champ, nous n'avons pu obtenir, même par une longue pose, les composantes annoncées par M. Michelson; aussi pensons-nous que cette division en triplets n'est pas aussi générale que le pense M. Michelson. Nous avions

---

([1]) Les deux raies du doublet sont symétriques par rapport à la raie centrale, cependant une de ces raies est souvent plus intense et plus large que l'autre; avec une dispersion plus grande, elle deviendrait peut-être double.

du reste déjà signalé un mode de division ne rentrant pas dans les catégories précédentes et que nous avons appelé *inversion*.

» *Modes nouveaux de division. Raies inversées.* — Les modes de division signalés jusqu'ici étaient tels que les raies des vibrations perpendiculaires au champ comprenaient toujours entre elles les raies des vibrations parallèles.

» Les raies dont il va être question présentent le phénomène *inverse :* les raies du spectre des vibrations parallèles au champ comprennent les raies des vibrations perpendiculaires. Parmi les raies qui offrent ce caractère, on peut distinguer trois groupes principaux :

» 1° Le doublet des vibrations parallèles au champ est formé de raies fines et fortes; les vibrations perpendiculaires présentent une raie médiane forte, puis, lorsque la pose est suffisante, deux raies nouvelles, faibles, apparaissent sur le prolongement des deux lignes fortes du doublet des vibrations parallèles au champ. Les vibrations perpendiculaires au champ constituent donc un triplet. Si l'on examine cette raie dans la direction du champ magnétique, le triplet précédent se décompose en deux doublets polarisés circulairement en sens contraires et ayant une raie commune quant à la longueur d'onde; l'aspect de ces raies sur nos épreuves est représenté par le type (4) de la figure. Parmi les raies de ce groupe, on peut citer les raies

$\lambda = 3865,67$, $\lambda = 3733,47$, $\lambda = 2566,99$, $\lambda = 2517,25$, $\lambda = 2413,37$

» 2° Le doublet des vibrations parallèles au champ est net, mais les vibrations perpendiculaires, de même que les vibrations circulaires, forment une bande diffuse; telles sont les raies

$\lambda = 3888,63$, $\lambda = 3587,13$, $\lambda = 2730,79$.

» 3° Les vibrations parallèles au champ forment un doublet; les vibrations perpendiculaires n'offrent pas de raie médiane, mais un doublet net, moins écarté que celui des vibrations parallèles. Telle est notamment la raie $\lambda = 2411,16$ qui se rapporte au type (6) de la figure.

» *Raies quintuples.* — A côté des deux types principaux de division que nous venons de signaler, il convient de citer un troisième type qui présente à la fois les caractères des deux autres. Certaines raies deviennent quintuples dans le spectre des vibrations perpendiculaires au champ, et triples dans le spectre des vibrations parallèles [type (5) de la figure]. Telles sont les raies $\lambda = 3788,01$, $\lambda = 3743,45$. Observée parallèlement

aux lignes de force, la raie $\lambda = 3788,01$ montre deux triplets égaux polarisés circulairement en sens inverse et ayant une longueur d'onde commune. La raie quintuple $\lambda = 3743,45$ offre une dissymétrie particulière.

» *Anomalies diverses.* — Plusieurs raies présentent la particularité d'être dédoublées également dans les deux spectres; telles sont, entre autres, les raies $\lambda = 4250,93$, $\lambda = 2578,01$.

» Nous avions déjà signalé dans notre précédente Note le fait remarquable de raies n'éprouvant aucune modification dans le champ magnétique alors que les raies voisines sont fortement divisées; telles sont en particulier les raies

$$\lambda = 3850,12, \qquad \lambda = 3767,31, \qquad \lambda = 3746,06.$$

» On rencontre encore des raies présentant des modifications très particulières. Par exemple, pour la raie $\lambda = 3732,56$, une seule des composantes primitives de Zeeman dans le spectre des vibrations perpendiculaires au champ est remplacée par un doublet; de même pour le spectre des vibrations circulaires.

» La raie $\lambda = 4118,62$ apparaît comme une bande diffuse et vraisemblablement triple dans le spectre des vibrations parallèles au champ, et offre un large doublet avec diffusion dans le spectre perpendiculaire.

» La raie $\lambda = 3443,93$ est triple dans le spectre des vibrations parallèles au champ et apparaît dans l'autre comme une bande diffuse ayant à peu près la largeur du triplet.

» Les raies $\lambda = 3840,58$ et $\lambda = 3748,39$ donnent, dans le spectre des vibrations parallèles au champ, un triplet très net, dont les composantes extrêmes se prolongent dans le spectre perpendiculaire et sont alors doublées extérieurement d'une ligne diffuse.

» Quelques-uns de ces modes singuliers de division peuvent se rattacher aux types indiqués par M. Michelson.

» *Recherche de la loi des dédoublements.* — Au milieu des variations multiples de grandeur et d'aspect que présente le phénomène de Zeeman, il paraît difficile d'apercevoir la loi complexe de distribution des divisions des raies dans le spectre, avant d'avoir relevé très exactement et comparé entre eux tous nos clichés. Cependant on peut dès maintenant signaler les caractères généraux suivants :

» Les dédoublements observés dans la région ultra-violette sont en moyenne notablement plus petits que ceux de la région bleue. Le phéno-

mène paraît lié à une fonction de la longueur d'onde qui grandit avec cette variable.

» Si l'on examine une région très restreinte et riche en raies, on peut y rencontrer les anomalies et les dédoublements les plus divers dans le voisinage immédiat de radiations insensibles à l'influence magnétique; si l'on cherche à classer les dédoublements en fonction de la longueur d'onde des raies correspondantes, on reconnaît que, pour la plupart, on peut les ranger en diverses catégories, telles que, pour des raies de longueurs d'onde voisines, les dédoublements soient entre eux comme les nombres 1, 2, 3, 4, ..., et que, dans une même catégorie, les dédoublements soient à peu près proportionnels au carré de la longueur d'onde.

» Le fait est particulièrement net pour les séries des dédoublements les plus grands, de sorte que, suivant les vues théoriques émises par l'un de nous, la modification que chaque raie de ces séries éprouve de la part du champ magnétique correspondrait à une même variation dans le nombre des vibrations lumineuses émises pendant le même temps.

» Notons encore que pour les raies qui se divisent en bandes fines, telles que les raies inversées du premier groupe et les raies quintuples, les dédoublements des radiations vibrant parallèlement ou perpendiculairement au champ, sont, pour la même raie, exactement dans les rapports de 1, 2, 3, 4....

» La distribution des dédoublements dans le spectre en fonction de la longueur d'onde paraît, en outre, affecter une sorte de périodicité, dont nous préciserons les caractères quand nous publierons les relevés des nombreux clichés que nous avons obtenus [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition de l'eau par les sels de protoxyde de chrome, et sur l'emploi de ces sels pour l'absorption de l'oxygène.* Note de M. **Berthelot.**

« On sait avec quelle avidité les dissolutions des sels de protoxyde de chrome absorbent l'oxygène, propriété utilisée à diverses reprises dans l'analyse gazométrique. Elle s'accomplit avec un dégagement de chaleur considérable, déterminé par M. Recoura au moyen du chlorure chromeux.

---

[1] Nous avons été obligeamment aidés dans ces expériences par M. Matout.

D'après Péligot il se forme ainsi un oxychlorure :

$$2\,CrCl^2 \text{ dissous} + O \text{ gaz} = Cr^2Cl^4O \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +100^{Cal},4$$

» Ce nombre surpassant notablement la chaleur de formation de l'eau par ses éléments, soit

$$H^2 + O = H^2O \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +69^{Cal}$$

il en résulte que le chlorure chromeux doit tendre à décomposer l'eau avec développement d'hydrogène.

» Cependant, comme dans beaucoup de cas analogues, cette réaction est possible, mais non nécessaire. En fait elle n'a pas lieu à la température ordinaire. Quand on opère avec une dissolution de chlorure chromeux parfaitement pur et *exempt de toute trace d'acide libre,* l'eau ne se décompose pas et ne produit pas d'hydrogène sensible.

» Je m'en suis assuré avec une dissolution de chlorure chromeux conservée dans un vase hermétiquement clos pendant onze années. Cette dissolution absorbait d'ailleurs à la fin de l'expérience cinq fois son volume d'oxygène, précisément comme le jour de sa préparation.

» La présence d'une trace d'acide chlorhydrique libre donne lieu à une petite quantité d'hydrogène, comme je l'ai vérifié; j'y vais revenir.

» La décomposition de l'eau par le chlorure chromeux pur aurait lieu au contraire à une température supérieure à 250°, d'après Recoura : résultat prévu par la théorie et conforme aux observations relatives à la nécessité d'un certain travail préliminaire pour la détermination des réactions.

» C'est en raison de ces propriétés que l'on utilise aujourd'hui le chlorure chromeux, soit pour doser l'oxygène dans l'analyse d'un mélange gazeux, soit pour en absorber les dernières traces, dans la préparation d'un gaz que l'on désire obtenir rigoureusement exempt d'oxygène.

» Les observations que je vais présenter montrent que la décomposition de l'eau par le chlorure chromeux peut, cependant, être effectuée dès la température ordinaire, sous l'influence d'une énergie auxiliaire et additionnelle, et que l'on doit redouter, dans les expériences faites sur les gaz, l'introduction de l'hydrogène qui peut en résulter.

» Il suffit, en effet, d'ajouter à une dissolution de chlorure chromeux de l'acide chlorhydrique pour déterminer, même à froid, la décomposition de l'eau et un dégagement d'hydrogène. Ce dégagement ne s'opère pas immédiatement, si ce n'est en faible proportion. Cependant, on ne tarde

pas à voir apparaître des bulles d'hydrogène, qui se succèdent ensuite très lentement. Une solution de chlorure chromeux, susceptible d'absorber $4^{vol},8$ d'oxygène et, par conséquent, de dégager, pour 1 volume de liqueur, $9^{vol},6$ d'hydrogène, en a produit ainsi, dans un essai, au bout de quarante-huit heures en été, presque son volume. J'ai observé également ce dégagement en ajoutant un excès d'acide chlorhydrique étendu à une bouillie d'acétate chromeux et d'eau.

» Il se poursuit et augmente sans cesse pendant plusieurs mois. Au bout de deux mois (mai et juin 1898), la liqueur renfermait encore les $\frac{2}{5}$ du chlorure chromeux inaltéré. D'après l'analyse, le volume de l'hydrogène dégagé, vérifié d'autre part, répond aux $\frac{3}{5}$ du volume théorique indiqué par la composition initiale. La liqueur ainsi obtenue laisse dégager de fines bulles d'hydrogène sous l'influence de l'agitation ou du changement de pression.

» On peut, ce semble, rendre compte de la lenteur de cette réaction, en se reportant aux intéressantes observations de M. Recoura sur les deux chlorures chromiques isomères qu'il a découverts, l'un d'eux donnant naissance à une liqueur verte, l'autre à une liqueur violette, et la liqueur verte se changeant sous l'influence du temps en liqueur violette, avec dégagement de $+18^{Cal},8$. Il en résulte que la combinaison du chlore gazeux, Cl^2, avec le chlorure chromeux dissous

$$2CrCl^2 \text{ dissous} + Cl^2 \text{ gaz} = Cr^2Cl^6 \text{ dissous}$$

dégage des quantités de chaleur inégales, suivant qu'elle donne naissance à la liqueur verte ($+94^{Cal},6$) ou à la liqueur violette ($+113^{Cal},4$). Or le premier chiffre est inférieur à la chaleur dégagée par l'oxygène formant un oxychlorure, Cr^2Cl^4O, avec le chlorure chromeux dissous ($+100,4$). On conçoit dès lors que l'oxychlorure ne soit pas transformé par l'acide chlorhydrique dans le chlorure chromique des liqueurs vertes, ce qui absorberait $-5^{Cal},8$; mais le changement devient possible à la longue, par suite de la formation lente des liqueurs violettes, ce qui dégage au contraire $+13^{Cal},0$.

» De même, on conçoit que l'addition de l'acide chlorhydrique étendu à une solution de chlorure chromeux n'augmente pas immédiatement son aptitude propre à décomposer l'eau, puisqu'elle n'ajoute aucune énergie supplémentaire; cet acide n'étant pas apte à transformer de suite l'oxychlorure en sesquichlorure (liqueur verte). Mais le même acide agira autrement sous l'influence du temps, car il tend alors à former la dissolution violette

de sesquichlorure, avec un dégagement complémentaire de 13^{Cal} : énergie auxiliaire qui intervient alors pour déterminer la décomposition lente de l'eau.

» Des phénomènes analogues interviennent dans la conservation des dissolutions du chlorure chromeux, préparé en faisant agir le zinc sur l'alun de chrome dissous, avec addition d'un excès d'acide chlorhydrique. Le chlorure chromeux, ainsi préparé, en présence d'un excès d'acide, ne subsiste pas définitivement; mais il se détruit peu à peu, avec un dégagelent d'hydrogène.

» Faisons maintenant l'application de ces résultats à l'analyse et à la purification des gaz.

» Le chlorure chromeux pur, absolument exempt d'acide libre, semble pouvoir être employé à cet effet. Mais c'est un corps dont la préparation est très difficile à un tel degré de pureté. Il y a lieu d'ailleurs de réserver ses actions propres, que j'ai constatées sur l'acétylène et autres carbures.

» Si on le remplace par une liqueur acide, préparée soit en réduisant l'alun de chrome par le zinc et l'acide chlorhydrique, soit en dissolvant dans ce dernier acide l'acétate chromeux, une semblable liqueur se décomposera peu à peu en dégageant de l'hydrogène et en demeurant saturée par ce même gaz. Elle l'introduira dès lors, en petite dose, dans les gaz qui pourront être agités avec elle, dans le but de les débarrasser d'oxygène. On voit par là que cette liqueur ne saurait être employée avec sécurité, ni dans les analyses eudiométriques très précises, ni dans la purification absolue des gaz, autres que l'hydrogène. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur la réaction entre l'hydrogène libre et l'acide azotique*, par M. **Berthelot**.

« Dans le cours de mes expériences sur les débuts de la combinaison entre l'hydrogène et l'oxygène (¹), j'ai été conduit à étudier la réaction de chacun de ces deux gaz, pris séparément, sur divers agents que je me proposais de mettre en contact avec le mélange tonnant.

» L'hydrogène, en particulier, attaque l'acide sulfurique pur et concentré dès la température ordinaire, en formant de l'acide sulfureux (²).

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XIII, p. 30.
(²) Même Recueil, p. 64.

» L'hydrogène et l'acide azotique, au contraire, ont donné un résultat inattendu; car ils n'ont exercé aucune action réciproque ni à froid, ni à 100°; même dans les conditions où l'acide azotique se décomposait pour son propre compte, avec dégagement d'oxygène.

» Indiquons brièvement les résultats observés.

» 1. On a placé dans un tube, fermé par un bout, une ampoule de verre, renfermant $1^{gr},52$ d'acide azotique très pur, AzO^3H, et presque complètement remplie. On a étranglé le tube ; ce qui en a réduit la capacité vide intérieure à $31^{cc},8$ (volume de l'ampoule déduit). On l'a rempli d'hydrogène sec et scellé à la lampe. On a brisé l'ampoule. Le tube a été placé horizontalement, sur un toit exposé à la lumière solaire, du 13 au 26 février 1898. Au bout de ce temps, on a extrait le gaz qu'il renfermait, soit 101^{cc}, formés de $31^{cc},7$ d'hydrogène et $69^{cc},3$ d'oxygène (réduits à la température et à la pression initiales). On voit que l'hydrogène se retrouve en totalité; l'oxygène s'étant formé dans la décomposition propre de l'acide azotique.

» 2. La dose d'oxygène formée sans hydrogène dans un tube semblable, d'une capacité de 28^{cc}, où l'on avait fait le vide et que l'on avait placé à côté du précédent, a été trouvée égale à 65^{cc}; c'est-à-dire aussi voisine de la précédente qu'on pouvait l'espérer dans des essais de ce genre.

» 3 et 4. Deux tubes semblables, renfermant de l'acide azotique ($1^{gr},50$) pur, ont été placés dans l'obscurité; dans l'un on avait fait le vide, l'autre ayant été rempli d'hydrogène pur. Au bout du même temps que ci-dessus, les deux tubes ont été ouverts. L'acide était demeuré sensiblement incolore. Dans l'un de ces tubes, aucun gaz ne s'était formé. Dans l'autre, le volume de l'hydrogène et sa composition n'avaient pas été modifiés.

» 5 et 6. Mêmes dispositions. Les deux tubes sont maintenus à 100°, pendant une heure. Le tube vide a fourni ensuite 18^{cc} d'oxygène.

» Le tube à hydrogène : 26^{cc} d'hydrogène et 21^{cc} d'oxygène.

» La capacité initiale du dernier tube était $26^{cc},5$.

» On voit que l'hydrogène n'a pas été absorbé, et que sa présence n'a pas modifié sensiblement le dégagement de l'oxygène, formé aux dépens de l'acide azotique.

» 7 et 8. Mêmes dispositions. Les deux tubes sont maintenus ensemble à 100°, pendant vingt heures. Le tube vide a fourni 28^{cc} d'oxygène; le tube à hydrogène : $32^{cc},5$ d'hydrogène et $29^{cc},8$ d'oxygène, sa capacité initiale

étant $32^{cc},7$. L'hydrogène n'a donc pas été absorbé et l'oxygène s'est dégagé de la même manière en sa présence et en son absence.

» L'inactivité de l'hydrogène à l'égard de l'acide azotique, dans ces conditions, est d'autant plus frappante qu'elle contraste avec la réaction que ce même hydrogène exerce à froid sur l'acide sulfurique pur. *A fortiori,* l'acide azotique étendu d'eau demeure-t-il inattaqué. Cette inactivité cesse d'ailleurs à une température plus élevée, ainsi que le fait est connu depuis longtemps.

» Quant à la production de l'oxygène, aux dépens de l'acide azotique pur, on voit qu'elle a lieu à 100°, mais qu'elle ne se manifeste pas à froid dans l'obscurité. A froid, elle peut avoir lieu, mais seulement sous l'influence de la lumière : j'exposerai prochainement mes observations sur ce point.

» Quoi qu'il en soit, il existe un contraste frappant entre l'inactivité de l'hydrogène libre, soit à froid, soit à 100°, à l'égard de l'acide azotique pur ou dilué, et la réduction de cet acide par le zinc et les métaux, qui le ramènent à l'état de protoxyde d'azote, et même d'ammoniaque, formée aux dépens de l'hydrogène de l'eau. J'ai signalé le même contraste entre les réactions de l'acide sulfureux sur l'hydrogène libre, qu'il n'attaque pas à basse température, et ses réactions sur les métaux en présence de l'eau, lesquelles peuvent soit en séparer le soufre libre, soit le changer en hydrogène sulfuré; toutes réactions attribuées autrefois à l'hydrogène naissant, et qui sont dues en réalité à l'existence de réactions auxiliaires, fournissant une énergie, un dégagement de chaleur complémentaires et déterminants (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XIV, p. 290). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés de l'hydrure de calcium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« *Préparation.* — Le calcium pur et cristallisé, préparé par le procédé que nous avons indiqué dans une Note précédente [1], est disposé dans une nacelle de nickel placée dans un tube de verre que traverse un courant d'hydrogène pur et sec. L'hydrogène est purifié par son passage dans deux tubes de porcelaine portés au rouge et remplis l'un de cuivre et l'autre

---

[1] H. Moissan, *Préparation du calcium cristallisé* (*Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 1753; 20 juin 1898).

de bore pur. Il est séché ensuite par de la potasse fondue et de l'acide phosphorique calciné auparavant dans un courant d'oxygène.

» A la température ordinaire, le calcium ne réagit pas sur l'hydrogène. Lorsque le tube qui contient la nacelle de nickel a été balayé par un rapide courant d'hydrogène, on scelle l'extrémité de ce tube et l'on maintient l'hydrogène sous une pression de 30^{cm} à 40^{cm} d'eau. On élève ensuite lentement la température de la nacelle qui renferme le calcium et lorsque ce dernier atteint le rouge sombre, on le voit prendre feu dans l'atmosphère d'hydrogène. Le gaz est absorbé avec rapidité et l'on obtient, à la place du métal, une substance blanche qui est l'hydrure de calcium.

» Si l'on agit sur un gramme ou deux de calcium, cette expérience peut se faire dans un tube de verre, seulement le grand dégagement de chaleur, produit par cette combinaison, permet au métal alcalino-terreux de réduire le verre qui, sur quelques points, se colore en noir par suite de la mise en liberté d'une très petite quantité de silicium. Lorsque la réaction se produit dans des nacelles en nickel, comme nous l'avons indiqué plus haut, il est bon de ne pas opérer sur plus de cinq à six grammes à la fois, sans quoi la température s'élève trop et l'on trouve le plus souvent au contact de la nacelle métallique un alliage cristallisé de nickel et de calcium. Lorsque l'on veut obtenir un rendement plus élevé de cet hydrure, on peut disposer dans un tube de nickel une suite de nacelles contenant du calcium dans lesquelles la réaction se fait successivement. Le tube métallique est alors disposé sur une grille à analyse de huit becs, et en employant trois nacelles, on peut opérer sur une quinzaine de grammes de calcium.

» Si l'hydrogène renferme de l'azote, on constate que l'hydrure prend une teinte d'un jaune gris et qu'il fournit de l'ammoniaque par sa décomposition par l'eau.

» *Propriétés*. — L'hydrure de calcium est une matière blanche, fondue, à cassure cristalline. Examiné au microscope, il se présente en lamelles minces, transparentes dont certaines parties sont recouvertes de très petits cristaux. Jusqu'à 600° dans le vide, il ne se dissocie pas sensiblement. Sa densité prise dans l'essence de térébenthine est 1,7.

» On a maintenu, dans l'hydrogène, de l'hydrure de calcium jusqu'à la température de fusion du verre de Bohême : il n'y a pas eu d'absorption de gaz ni décomposition apparente de l'hydrure.

» Dans un courant de chlore, l'hydrure de calcium ne s'altère pas visiblement à froid ; mais aussitôt qu'on élève légèrement la température, et

bien avant le rouge sombre, il brûle avec une flamme peu éclairante en produisant d'abondantes fumées riches en acide chlorhydrique. Après la réaction, il reste une masse fondue présentant toutes les propriétés du chlorure de calcium et ne renfermant pas de sous-chlorure. Chauffé dans la vapeur de brome au rouge sombre, la réaction est plus vive, et l'hydrure se décompose avec une très belle incandescence. La réaction est identique dans la vapeur d'iode. Une vive incandescence se produit au rouge, en même temps qu'il se dégage de l'acide iodhydrique.

» Chauffé à l'air libre sur une lame de platine, l'hydrure de calcium ne change pas d'aspect, même au rouge vif. Si l'on élève la température au moyen du chalumeau à air comprimé, il brûle avec éclat en produisant une flamme d'hydrogène. Après l'expérience il reste de la chaux anhydre qui a été portée à une température assez élevée pour être fondue. Ce résidu traité par l'eau fournit de l'hydrate de chaux qui se délite et une poudre grise qui décompose encore l'eau avec dégagement d'hydrogène. Dans cette combustion vive de l'hydrure de calcium à l'air, il s'est formé une couche de chaux qui a fondu, grâce à la chaleur dégagée par la réaction et qui a recouvert une partie de l'hydrure, le préservant ainsi d'une oxydation complète.

» Projeté dans la flamme d'un brûleur Bunsen, l'hydrure en poudre, comme le calcium, donne de brillantes étincelles.

» Dans un courant d'oxygène pur l'hydrure de calcium s'enflamme au-dessous du rouge et continue à brûler avec un vif éclat. La chaleur dégagée est telle que l'on observe nettement la fusion de la chaux produite. Examinée au microscope, cette chaux est recouverte de petits cristaux. Nous avons indiqué déjà, à propos de nos expériences faites au four électrique, avec quelle facilité la chaux cristallise à très haute température.

» L'hydrure de calcium en fragments ou réduit en poudre, chauffé dans la vapeur de soufre au rouge sombre, ne produit qu'une petite quantité de sulfure; la décomposition n'est pas complète. Mais si l'on chauffe un fragment de l'hydrure au moyen du chalumeau à gaz, la réaction se produit avec vivacité et il se fait une belle incandescence. Il se dégage en même temps de l'hydrogène sulfuré en abondance.

» A la température de fusion du verre, l'hydrure de calcium ne réagit pas sur la vapeur du sélénium.

» Chauffé dans une cloche courbe de verre remplie de gaz azote, l'hydrure de calcium n'a pas changé d'aspect. L'expérience a duré deux heures. Après refroidissement, le volume du gaz n'avait pas varié, et un

papier de tournesol sensible n'a pas indiqué l'existence d'une quantité appréciable d'ammoniaque. A la température du rouge sombre, l'azote est donc sans action sur cet hydrure.

» Au contraire, l'hydrure de calcium est décomposé par la vapeur de phosphore vers 500°. Il se dégage de l'hydrogène et il reste une substance de couleur marron foncé, qui réagit sur l'eau froide avec production d'hydrogène phosphoré.

» A la température de 700°, le bore est sans action sur l'hydrure de calcium.

» Lorsque l'on chauffe entre 700° et 800° de l'hydrure de calcium au milieu d'une brasque de carbone en poudre, calciné au préalable, l'hydrure est en partie décomposé, et il se forme du carbure de calcium qui dégage de l'acétylène au contact de l'eau.

» Dans les mêmes conditions, le silicium et le bore n'ont rien donné.

» Le fluorure de potassium fondu, puis pulvérisé, a été additionné d'hydrure de calcium également en poudre. Ce mélange, chauffé dans un tube à essai, n'a donné lieu à aucune réaction jusqu'à 500°. A cette température, l'hydrure réagit, il se dégage de l'hydrogène et des vapeurs de potassium. Le fluorure de sodium produit la même réaction.

» Le fluorure d'argent, broyé à froid avec cet hydrure, devient incandescent; une déflagration se produit avec projection d'un mélange pulvérulent de fluorure de calcium et d'argent métallique. Les fluorures de plomb et de zinc sont réduits au-dessous de 400°, avec incandescence.

» Le chlorure de sodium, réduit en poudre et additionné d'hydrure de calcium, fournit, au rouge, une décomposition régulière avec mise en liberté de vapeurs de sodium, qui viennent se condenser, en un miroir métallique, sur la partie froide de l'appareil.

» L'iodure de potassium en fusion n'est pas attaqué par l'hydrure, tandis que l'iodure d'argent à chaud réagit avec un grand dégagement de chaleur.

» Les oxydants, tels que le chlorate ou le bichromate de potassium en fusion, ou le permanganate de potassium en poudre, sont réduits avec incandescence. Les chlorates, bromates et iodates forment, avec cet hydrure, de véritables explosifs. Avec le perchlorate de potassium, l'explosion se produit à froid par simple mélange au mortier d'agate. Si l'on chauffe quelques milligrammes d'hydrure avec un excès de perchlorate de potassium, l'explosion est assez violente pour briser le tube en menus fragments.

» L'hydrogène sulfuré ne réagit pas au-dessous du rouge et, à température plus élevée, il se forme du sulfure de calcium et de l'hydrogène.

» Si l'on chauffe de l'hydrure de calcium pulvérulent dans une atmosphère de bioxyde d'azote, il se produit avant le rouge sombre une vive incandescence et il se dégage de l'ammoniaque en abondance.

» L'acide carbonique est réduit au rouge par l'hydrure de calcium : vive incandescence, formation de charbon et de carbure de calcium.

» L'acide sulfurique concentré est réduit à chaud par l'hydrure de calcium. Avec l'acide azotique fumant l'attaque est à peu près nulle. Au contraire, avec les mêmes acides étendus d'eau, l'attaque est très vive; il se produit un sel de calcium et il se dégage de l'hydrogène. La solution d'acide chlorhydrique concentrée ou diluée attaque de suite l'hydrure de calcium. Cette réaction est comparable à celle que fournit l'hydrure de cuivre.

» L'alcool éthylique anhydre l'attaque lentement, tandis que la benzine et l'essence de térébenthine, bien privées d'eau, ne donnent, à froid, aucune réaction. Les chlorures et iodures alcooliques sont sans action à la température ordinaire. La vapeur de tétrachlorure de carbone est décomposée par cet hydrure, avec incandescence, vers 400°, en produisant un dépôt de charbon et en dégageant de l'hydrogène et de l'acide chlorhydrique.

» La réaction la plus curieuse de ce nouveau composé est son action sur l'eau froide. Aussitôt que l'hydrure de calcium se trouve en présence de ce liquide, ce dernier est décomposé avec violence, et l'hydrogène de l'eau, ainsi que celui de l'hydrure, se dégagent de suite, pendant qu'il se fait de l'oxyde de calcium hydraté :

$$CaH^2 + 2H^2O = Ca(OH)^2 + H^6.$$

» *Analyse.* — Pour établir la composition de l'hydrure de calcium, nous avons fait l'expérience suivante. Un poids donné de calcium pur et cristallisé est placé dans un petit tube de verre taré plein d'hydrogène. On prend exactement le poids du métal, puis on le transforme en hydrure de calcium.

Poids du calcium	gr 0,3595
Poids de l'hydrure	0,3760
Hydrogène absorbé	0,0165

» Ce qui correspond à la composition centésimale suivante :

		Théorie pour CaH^2.
Calcium	95,61	95,23
Hydrogène	4,39	4,76

» Les $0^{gr},376$ d'hydrure de calcium ont été introduits dans une éprouvette à gaz de grande dimension remplie de mercure. On a fait passer dans le haut de l'éprouvette quelques centimètres cubes d'eau qui ont de suite décomposé l'hydrure en donnant un volume d'hydrogène de 437^{cc} ($H = 766^{mm}$, $T = +20°$). La pureté de cet hydrogène a été établie par une analyse eudiométrique.

» Ce volume ramené à 0° et à 760^{mm} est de $401^{cc},00$.

» Théoriquement, si l'on donne à l'hydrure de calcium la formule CaH^2, il aurait dû fournir un volume de $399^{cc},80$.

» Deux autres analyses, faites dans les mêmes conditions, nous ont donné les chiffres suivants :

	1.	2.
Calcium	95,80	95,38
Hydrogène	4,32	4,60

» *Conclusions.* — En résumé, on obtient par union directe du calcium et de l'hydrogène un hydrure transparent, cristallin, de formule CaH^2. Cet hydrure est stable à haute température; c'est un réducteur énergique. Par la décomposition violente qu'il produit au contact de l'eau froide, il est donc semblable au carbure de calcium défini et cristallisé que nous avons préparé au four électrique. Dans cette combinaison, l'hydrogène est comparable aux métalloïdes (carbone ou phosphore) et non pas aux métaux. L'aspect même de cet hydrure l'éloigne complètement des hydrures de MM. Troost et Hautefeuille [1], ou du palladium hydrogéné de Graham. En réalité, il y a deux séries d'hydrures, les uns dans lesquels l'hydrogène semble être en solution dans les métaux, et les autres se formant à température plus ou moins élevée et présentant tous les caractères de combinaisons chimiques et déterminées. »

ÉCONOMIE RURALE. — *L'arbre à cidre dans la prairie à faucher. Applications sur* 60 *hectares;* par M. **Ad. Chatin.**

« Les plantations d'arbres à cidre, Pommiers et Poiriers, Pommiers surtout, dans les prairies, sont chose commune. Elles forment les vergers et *cours* qui, en Normandie et Bretagne, etc., donnent pâture et abris aux animaux des métairies du voisinage.

» On trouve assez souvent encore, en bordures ou dispersés dans les

(1) Troost et Hautefeuille, *Sur les alliages de l'hydrogène avec les métaux* (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. II, p. 273; 1874).

pâtures, des arbres à cidre; mais ces arbres ne forment des plantations de quelque importance que dans les champs ou cultures proprement dites, où ils profitent, il est vrai, des labours et engrais, mais où trop souvent ils périssent, en partie, par la maladresse ou même le mauvais vouloir des laboureurs qu'ils gênent dans leur travail, les racines étant soulevées par les socs et les troncs étant écorcés par les cornes de la charrue.

» On évite de tels dommages, en même temps qu'on simplifie les opérations et frais de culture, en transformant les champs en prés et faisant dans ceux-ci des plantations d'arbres à cidre, qui bénéficieront des engrais (fumiers, phosphates, nitrates, scories, etc.) donnés à la prairie, ne réclamant d'ailleurs, et seulement dans les dix premières années, qu'un petit labour à la main.

» J'ai étendu successivement à 60 hectares, depuis environ trente ans, cette association de l'arbre à cidre aux prairies à faucher, groupement dans lequel chacun des associés entre pour une part importante dans le revenu de la terre, le pré d'une façon régulière et à peu près constante, l'arbre en suivant une progression qui ne s'arrêtera pas durant plus d'un demi-siècle.

» A compter seulement pour mémoire dans les dix premières années, le produit de l'arbre à cidre est, en moyenne, de 1 *razière* (50 litres) à 20 ans, de 2 razières à 30 ans, de 4 à 8 razières à 50 ans.

» Il importe de fixer la distance entre les arbres. Trop pressés, ils causent l'étiolement du foin de la prairie, qui sera trop aqueux et de dessiccation lente; rendent le fauchage ordinaire difficile, et impossible l'emploi si avantageux, si nécessaire même dans une grande exploitation, des machines : faucheuses, faneuses et rateaux à cheval. Trop distants, ils n'auront pas, dans l'association, leur légitime part d'importance.

» Après quelques essais à 10^m d'intervalle, soit à 100 pieds d'arbre par hectare, et à 20^m, ne donnant plus que 25 arbres par hectare, j'ai adopté la distance de 15^m tant sur les lignes qu'entre les lignes; ce qui donne 40 arbres à l'hectare, soit 2400 arbres sur les 60 hectares.

» Avec cette distance, les outils à cheval (faucheuse, etc.) font un bon et facile travail; quant à la prairie, bien ensoleillée, elle produit un excellent fourrage et profite même très visiblement, dans les années de grande sécheresse, de l'ombre projetée par l'arbre autour de lui.

» Me conformant un peu trop pour ma région (canton de Rambouillet) à la coutume normande, je n'ai admis dans mes plantations qu'une minime proportion de Poiriers (au plus 3 pour 100) par rapport aux

Pommiers; et cependant le Poirier (qu'on peut planter en terres trop fraîches pour le Pommier) est de production plus hâtive en même temps que plus prolongée ([1]), plus grande, plus régulière.

» Inutile de dire que j'ai toujours recherché, pour mes plantations, les meilleures variétés, que j'obtiens moi-même par la greffe, depuis le jour où, faisant des achats dans une grande pépinière de l'Ouest, j'entendis le chef de la maison dire derrière moi, à un ami qui m'accompagnait : « Oh, » M. C. tient aux arbres greffés.... Quand dans mes pépinières un arbre » de semis a de larges feuilles et pas d'épines, on ne le greffe pas.... » L'acheteur a même chance d'avoir une belle variété nouvelle! »

» Je signale, en passant, le *Cocriau,* bonne et belle pomme, donnant un cidre parfumé et alcoolique. Le fruit, moyen ou même gros, est roux, déprimé, peu juteux, mais très sucré, cassant; il se conserve, et est mangé en mars comme la Reinette grise. L'arbre est vigoureux, forme parasol, est de grande fertilité et longévité. Cultivé de tout temps sur la commune des Essarts-le-Roi, où il est très répandu, il paraît manquer hors des cantons de Rambouillet et Chevreuse ([2]).

» Voici, résumées, les pratiques auxquelles je me suis arrêté, après expérience, dans mes plantations :

» Trous de $1^m,40$ de côté sur $0^m,70$ de profondeur.

» Étaler sur le fond du trou (surtout pour aérer) une forte botte d'ajoncs ou de genêts, rognures de haies, roseaux, paille, etc.;

» Rabattre, par un bon coup de bêche, le pourtour du trou sur un fond dont le centre sera relevé de $0^m,35$;

» Placer l'arbre (greffé au nord) sur le centre relevé du trou; bien étaler les racines et les recouvrir de $0^m,10$ à $0^m,15$ de bonne terre fine, provenant du dessous du trou;

» Étaler dans tout le trou une botte d'ajoncs, ou de roseaux, etc.;

» Achever de remplir le trou, en finissant par la mauvaise terre venant de son fond;

» Disposer sur le pied de l'arbre une forte botte d'ajoncs, etc.;

» Mettre un tuteur, si le sujet manque de force;

» L'entourer d'épines fixées au sol par leur base;

» Former la tête de l'arbre sur deux branches seulement, à chacune desquelles on ne laissera que deux branches latérales ou externes; à la seconde année, l'arbre est formé.

» A la récolte, cueillir à la main ou secouer les branches, ne jamais gauler.

» Chauler le tronc tous les deux ou trois ans.

» Recouvrir les plaies de goudron de *bois*, non de houille. »

([1]) Les Poiriers de cent ans ne sont pas rares ici.

([2]) J'enverrai des greffons de Cocriau à qui en demandera.

Notice sur la vie et les travaux de Paul Serret; par M. **Darboux.**

« M. *Paul Serret,* dont M. le Secrétaire perpétuel annonçait le décès à la dernière séance, était depuis 1890 le lauréat du prix Gegner. Cette courte Notice, destinée à rappeler ses titres et ses travaux, montrera, nous en sommes convaincu, combien il était digne de l'appui que l'Académie n'a cessé d'accorder à ses dernières années.

» Né à Aubenas le 16 octobre 1827, Paul Serret fut reçu, en 1849, à l'École Normale, dans la Section des Sciences, et, dès la première année de son séjour à l'École, il montra pour les Mathématiques des aptitudes qui le firent classer le premier à l'examen de fin d'année en Sorbonne. Malheureusement, le goût si vif que Paul Serret montrait pour l'étude de la Géométrie ne s'étendait pas aux autres Sciences. Reçu avec une note tout juste suffisante à l'examen de Chimie de première année, Paul Serret se voyait refusé à l'examen de Physique au mois de juillet de la seconde année, et il devait quitter l'École avec le seul diplôme de licencié ès Sciences mathématiques. Un règlement, qui a été adouci depuis, lui fermait ainsi la carrière de l'enseignement officiel; il faut le regretter à tous les points de vue. Paul Serret, pourvu d'une chaire dans un de nos grands lycées ou dans une de nos Facultés, aurait pu consacrer plus de temps à une Science qui lui était chère. L'œuvre considérable qu'il nous laisse nous fait regretter qu'il n'ait pas eu tous les loisirs nécessaires pour étendre ses connaissances et développer tant d'idées heureuses dont on trouve le germe dans ses écrits.

» A sa sortie de l'École, Paul Serret entra dans l'enseignement libre de Paris et ne tarda pas à s'y faire une place des plus honorables à une époque où cet enseignement était des plus florissants et pouvait faire appel au concours d'hommes de grande valeur. Quatre ans après, en 1855, nous le voyons publier un petit Ouvrage, *Des méthodes en Géométrie,* qui indique de profondes études, suppose de nombreuses recherches historiques et est accueilli avec beaucoup de succès. Ce Volume, par quelques côtés, rappelle l'Ouvrage analogue que Lamé publia pendant son séjour à l'École des Mines. Il est divisé en deux Parties : la première traite des méthodes relatives à la Géométrie des figures finies; la seconde, des méthodes relatives à la Géométrie infinitésimale; il est aujourd'hui très rare, et toujours il est consulté avec grand intérêt.

» En 1859, Paul Serret devint docteur ès Sciences avec deux thèses, qui ont formé l'Ouvrage publié, en 1860, sous ce titre : *Théorie nouvelle géométrique et mécanique des lignes à double courbure*. Parmi les nombreuses notions nouvelles que l'on y rencontre, je me bornerai à signaler celle de l'indicatrice sphérique d'une courbe gauche.

» Mais l'œuvre favorite de Paul Serret a été celle qu'il a publiée en 1869 chez Gauthier-Villars, sous le titre suivant :

» GÉOMÉTRIE DE DIRECTION. — *Application des coordonnées polyédriques; propriétés de dix points de l'ellipsoïde, de neuf points d'une courbe gauche du quatrième ordre, de huit points d'une cubique gauche.*

» Il y fait connaître un principe très ingénieux et très fécond, dont il développe une foule d'applications, et dont il n'a cessé de poursuivre les conséquences jusqu'à la fin de sa vie.

» Je craindrais de prolonger cette Notice. Je ne sais si elle a réussi à montrer et à faire revivre en M. Paul Serret le savant si bien doué, si passionné pour les recherches, qui a su réserver à la Science le meilleur de son temps et de son courage, au milieu de toutes les difficultés de la vie. Tout ce qu'il a produit est extrêmement original et délicat, et s'il m'est permis d'emprunter une image à l'un de nos grands poètes, je dirai que son verre n'était pas grand, mais qu'il fut du moins élégant et finement ciselé. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Virchow*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Leyden obtient. . . . . 32 suffrages,
M. Zambaco. . . . . 5 »

Il y a 4 bulletins blancs.

M. **Leyden**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *Piñerua Alvarez*, imprimé en espagnol, et intitulé : « Principes de Chimie minérale et organique » ;

2° La 2e édition de l'Ouvrage de M. *Aristide Dumont :* « Le canal d'irrigation du Rhône, et les eaux de Nîmes, de Paris et de Londres ». (Présenté par M. Faye.)

La **Société de Géographie d'Alger** appelle l'attention de l'Académie sur la question de la décimalisation du temps et des angles.

(Renvoi à la Commission nommée.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini et de la comète Coddington, faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par M. **L. Picart**, présentées par M. Lœwy.

Comète Giacobini (18 juin 1898).

Dates 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ℘ comète.	Observateur.
		h m s	m s	′ ″	
Juin 19......	1	17.35.21,07	+3. 9,05	— 1. 1,20	L. Picart
20......	2	17.24.18,36	—2.15,95	+ 4.44,34	L. Picart
23......	3	17. 2.32,69	+1.53,34	+ 5.17,30	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1....	Argelander Œltzen, 16167	20.22.59,19	+3,97	111.27.54,5	—11,53
2....	Radcliffe III, 5474	20.17.34,03	+4,02	111.39.55,2	—11,17
3....	Radcliffe III, 5244	19.33.51,39	+4,27	112.17.42,6	— 7,16

Positions apparentes de la comète Giacobini.

Dates 1898.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 19.......	11.42.29,46	20.26.12,21	$-\bar{1}$,488	111.26.41,8	−0,876
20.......	11.27.32,65	20.15.22,10	$-\bar{1}$,489	111.44.28,4	−0,878
23.......	10.54. 2,80	19.35.49,00	$-\bar{1}$,451	112.22.52,8	−0,886

Comète Coddington (11 juin 1898).

Dates 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ𝔓 comète.	Observateur.
		h m s	m s	′ ″	
Juin 18........	1	15.17.53,12	−1. 0,86	− 4.12,30	Picart
19........	2	15.38.45,21	+1.35,54	+ 3.19,41	Picart
20........	3	15.35. 8,06	−1.45,18	− 1.30,98	Picart
21........	4	15.45. 4,84	−2.26,68	+ 5.26,26	Picart
23........	5	15.58.47,84	−1. 7,59	+ 0.49,03	Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1......	Zones de Cordoba, H.XVI, 119	16. 2.53,63	+4,28	119.29.20,3	+14,76
2......	Cordoba, Cat. général, 21732	15.56.40,75	+4,26	119.58.42,6	+15,46
3......	Cordoba, Cat. général, 21727	15.56.28,99	+4,29	120.39.24,6	+15,50
4......	Cordoba, Cat. général, 21669	15.53.35,08	+4,29	121. 8.13,6	+16,02
5......	Cordoba, Cat. général, 21473	15.45. 5,87	+4,28	122.22.39,2	+17,03

Positions apparentes de la comète Coddington.

Dates 1898.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 18.....	9.29.19,95	16. 1.57,05	$-\bar{2}$,966	119.25.22,8	−0,930
19.....	9.46.12,70	15.58.20,55	$-\bar{2}$,598	120. 2.17,5	−0,932
20.....	9.38.40,23	15.54.48,10	$-\bar{2}$,631	120.38. 9,1	−0,933
21.....	9.44.39,47	15.51.12,69	$-\bar{2}$,454	121.13.55,9	−0,935
23.....	9.50.28,39	15.44. 2,56	$+\bar{2}$,490	122.23.45,3	−0,937

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Vitesse de propagation des discontinuités dans les milieux en repos*. Note de M. **Paul Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« La notion de discontinuité introduite par Hugoniot dans l'étude des phénomènes de propagation, comme une conséquence nécessaire de la vitesse variable des ondes élémentaires inégalement condensées, paraît jouer un rôle fondamental dans tous les phénomènes explosifs; elle explique, ainsi que je l'ai montré dans une précédente Communication, les vitesses considérables avec lesquelles les condensations intenses se propagent dans les milieux en repos et rend compte des complications spéciales que l'étude de ces vitesses présente au point de vue expérimental.

» I. Une première difficulté résulte de ce que la compression initiale, si brusque qu'on la suppose, n'est jamais instantanée. Il existe donc toujours une période plus ou moins longue, pendant laquelle le front de l'onde se raccorde avec le milieu en repos et se propage dès lors avec la vitesse normale du son. Ce n'est que lorsque les condensations plus intenses et plus rapides produites ultérieurement ont rattrapé le front de l'onde qu'on voit apparaître les vitesses de propagation normales de la discontinuité.

» On trouve cette perturbation plus ou moins accentuée dans toutes les conditions d'expérience, aussi bien dans les phénomènes de propagation dans les milieux inertes que dans ceux qui se produisent dans les mélanges détonants. On peut atténuer ou éliminer cette cause d'erreur en donnant, d'une part, toute la brusquerie possible au phénomène excitateur de compression et, d'autre part, en éliminant dans la mesure des vitesses la période de parcours initiale antérieure à la production de la discontinuité.

» J'ai pu accroître, dans une large mesure, la brusquerie de la décomposition du fulminate de mercure utilisé comme agent de compression dans mes premiers essais, en enfermant la charge dans de petits cylindres formés de papier enroulé et collé, fermés par des tampons de bois solidement sertis par une ligature métallique, à travers lesquels passaient les conducteurs de mise de feu électrique. Le cylindre occupe sensiblement toute la section du tube; il est pulvérisé par l'explosion, et les longs feux souvent appréciables observés dans mes premiers essais se trouvent supprimés.

» En même temps, pour les mêmes charges et les mêmes conditions

d'expérience, les vitesses de propagation se sont accrues dans de grandes proportions. C'est ainsi qu'une charge minime de $0^{gr},63$ de fulminate permet d'obtenir des vitesses de propagation atteignant, sur le parcours de $1^{m},13$, les valeurs de 1100^{m} dans l'air, de 800^{m} dans l'acide carbonique et de 2000^{m} dans l'hydrogène.

» Ce mode d'excitation par un explosif n'a d'ailleurs rien d'essentiel à la production du phénomène et il est facile de l'obtenir par des dispositifs purement mécaniques. J'ai employé notamment, comme source de compression *non explosive,* des ampoules sphériques en verre soufflé, d'un diamètre voisin de celui du tube servant à la propagation; la rupture était produite par la compression d'un gaz de même nature que celui dans lequel on se proposait de mesurer la vitesse de propagation.

» Ces ampoules se rompent sous des pressions de 50 à 100 atmosphères, en se pulvérisant en poussière impalpable, et, en raison de leur diamètre presque égal à celui du tube, elles permettent d'obtenir à courte distance une propagation par tranches parallèles. Ce mode d'excitation, bien que très inférieur à celui des explosifs, m'a déjà permis d'observer des vitesses dans l'air atteignant 480^{m} sur un parcours de 1^{m} environ, c'est-à-dire supérieures de 150^{m} à la vitesse normale du son.

» II. Une deuxième difficulté que présente l'étude des vitesses de propagation d'une discontinuité tient à la modification rapide que subit, dans *les milieux inertes,* la valeur de la différence finie des dilatations sur le front de l'onde, au fur et à mesure qu'elle se propage. Si l'on remarque en effet que le front de l'onde peut se propager avec des vitesses trois ou quatre fois supérieures à celles du son, tandis que la queue de l'onde formée des faibles condensations initiales laissées en arrière se propage avec la vitesse du son, on voit que l'onde, dans son ensemble, subira une sorte d'étirement ou de dilatation *a retro* et que la condensation du front s'atténuera avec une extrême rapidité, en s'étalant vers l'arrière.

» Dès lors, la vitesse de propagation du front sera constamment variable et s'atténuera rapidement. On est, par suite, conduit à suivre la variation progressive des vitesses en mesurant les valeurs moyennes sur des parcours régulièrement croissants de façon à reconstituer la loi de décroissance des vitesses.

» Les tracés recueillis aux diverses distances mettent pleinement en évidence le rôle que la discontinuité joue en raison de sa grande vitesse dans l'étalement et la répartition des pressions dans le tube. Du côté de l'excitation, la pression est tellement brusque qu'elle se réduit à une percussion,

même sur des pistons très légers, de telle sorte que la loi du mouvement du piston mobile inscripteur ne fournit, dès les premiers instants, que des pressions décroissant avec une extrême rapidité jusqu'à devenir nulles et négatives. A grande distance, au contraire, la condensation atténuée se présente bien encore comme une percussion, mais le piston inscripteur effectue toute sa course sous une pression à peu près constante, dont la durée correspond à un étalement de la pression du front sur plusieurs mètres.

» La discontinuité apparaît donc, non seulement comme l'agent de propagation d'une condensation à grande vitesse, mais comme le mode le plus actif d'uniformisation des pressions dans le milieu perturbé. Elle explique enfin la naissance et la propagation de l'onde explosive dans les milieux détonants en raison des températures surélevées qu'elle met en jeu, dans une compression qui n'est plus régie par la loi adiabatique ordinaire; cette loi cesse en effet d'être applicable si la vitesse de la tranche ne varie pas d'une façon continue. »

ÉLECTRICITÉ. — *Une enveloppe métallique ne se laisse pas traverser par les oscillations hertziennes.* Note de M. **Édouard Branly** (¹).

« Le rôle des enveloppes métalliques varie avec la nature du phénomène électrique.

» L'expérience du conducteur creux de Faraday démontre qu'une influence électrostatique, si forte qu'elle soit, ne s'exerce pas sur un électroscope enfermé dans une cage de métal. Au contraire, dans les mêmes conditions, l'induction galvanique traverse une enveloppe métallique. On le constate aisément avec un radioconducteur agissant comme révélateur de courants induits.

» Dans une caisse parallélépipédique de bois soigneusement recouverte de clinquant, on introduit un circuit induit comprenant une spirale plate, un tube à limaille et un galvanomètre Deprez-d'Arsonval. Une petite ouverture grillagée pratiquée dans la caisse laisse passer un rayon lumineux pour la lecture de la déviation sur une règle. A l'extérieur est disposé un circuit inducteur comprenant une pile de quatre accumulateurs, un godet à interruption et une spirale inductrice plate appliquée contre la même paroi que la spirale induite, mais en dehors. Les deux spirales sont ainsi exactement en regard et ne sont séparées que par la paroi de la caisse. Si l'on ferme une première fois le circuit inducteur, l'induit de fermeture ne traverse pas la limaille; je

(¹) Les expériences ont été faites en collaboration avec M. le Dr Gustave Le Bon.

l'avais signalé autrefois (*Comptes rendus*, 24 novembre 1890). A l'ouverture qui suit, on a une déviation déjà importante; une deuxième fermeture détermine une déviation plus forte; elle est encore plus forte à la deuxième ouverture, puis les déviations sont égales pour les fermetures et ouvertures suivantes. Plusieurs fermetures consécutives ne produisent rien d'appréciable; une seule ouverture établit la conductibilité.

» Mêmes résultats avec huit accumulateurs au lieu de quatre dans le circuit inducteur. Mêmes résultats avec un radioconducteur solide. Si les interruptions se succèdent rapidement, par exemple avec un diapason entretenu électriquement, le cadre du galvanomètre reste au 0, mais son tremblement accuse le passage des courants.

» Les métaux sont-ils transparents, au moins à un faible degré, pour les oscillations hertziennes? Pour s'en assurer, il ne suffit pas d'interposer entre un radiateur et un récepteur une plaque métallique, même très large, car, si le récepteur est sensible, il est vivement impressionné. Dans mes expériences de 1891, j'avais trouvé (*Bulletin de la Société française de Physique*, avril 1891) que la conductibilité d'un tube à limaille ne se produisait plus si le tube était enfermé avec son circuit dans une enceinte métallique bien close. Mais, en opérant avec des tubes extrêmement sensibles et une forte radiation, j'avais été conduit à ajouter, dans un travail plus étendu (*Lumière électrique*, juin 1891), qu'une double enveloppe métallique était souvent nécessaire. Dans son remarquable Mémoire « sur les radiations hertziennes », M. le professeur Bose avait reconnu de son côté, en 1895, qu'une double enveloppe métallique n'était même pas toujours suffisante. J'ai réussi récemment à démontrer que *les oscillations hertziennes sont complètement arrêtées, même par une enveloppe métallique très mince*, si elle est hermétiquement close.

» Une boîte en bois (dimensions : 38^{cm}, 42^{cm}, 53^{cm}) a été tapissée intérieurement d'étain en feuilles très minces (épaisseur inférieure à $\frac{1}{100}$ de millimètre, un peu moindre que 8^{μ}); ces feuilles présentaient çà et là de très petits trous visibles par transparence. Dans la boîte prirent place un élément de pile dont le circuit comprenait un tube à limaille et un galvanomètre Deprez-d'Arsonval. Un index solidaire du cadre fermait au moment de la déviation le circuit d'une sonnerie, dont le fonctionnement prévenait de la conductibilité du radioconducteur. La boîte était fermée par une porte recouverte intérieurement d'étain; elle était bien ajustée sur les bords de la boîte et maintenue rigoureusement appliquée par des écrous. Le tube à limaille employé était assez sensible pour devenir conducteur à une distance de 80^{m} à l'air libre (sans communication avec le sol et sans tige verticale) par les décharges d'un radiateur de Righi dans l'huile, actionné par une bobine d'induction à interrupteur rapide et de 15^{cm} d'étincelle. La boîte étant fermée et le même radiateur fonctionnant à quelques centimètres des parois, la sonnerie restait silencieuse, même avec des décharges longtemps prolongées. Elle se faisait entendre à la moindre décharge si l'on desserrait un peu les fermetures métalliques de la porte. Un certain jour, une fissure

linéaire très fine s'étant produite dans la feuille d'étain intérieure par le jeu du bois de la caisse, la sonnerie se fit entendre à toute étincelle et sans retard; l'accident réparé, la sonnerie ne parla plus.

» Le radiateur, la bobine et les huit accumulateurs furent à leur tour enfermés dans une boîte métallique et il n'y eut aucune action sur un tube à limaille placé au dehors et à proximité avec sa pile et son galvanomètre.

» Il était naturel de rechercher si une enveloppe en toile métallique préserve des oscillations hertziennes aussi bien que de l'influence électrostatique. Le radiateur des expériences précédentes étant très voisin de l'enveloppe, la protection était complète lorsque la face de la boîte exposée au radiateur était couverte avec une toile sur laquelle on comptait 200 mailles par 27^{mm} de longueur, les mailles offrant sur les autres faces des ouvertures de 1^{mmq}.

» Il résultait des essais préliminaires que le passage des oscillations hertziennes était infiniment plus facile à travers des fentes longues, même très fines, qu'à travers des ouvertures pratiquées dans une paroi de la caisse et que la longueur et la direction des fentes jouaient un rôle important. Malgré leur analogie avec certains faits déjà connus, quelques-unes des expériences sont intéressantes à décrire.

» Elles ont été faites avec une caisse métallique bien close et des feuilles d'étain successivement et très exactement ajustées dans la porte de la caisse. Pour simplifier, je désignerai par des lettres les diverses feuilles.

» A, 100 ouvertures rondes de $0^m,01$ de diamètre, équidistantes (surface totale des ouvertures, près de 80^{cq}); B, 20 ouvertures carrées de $0^m,02$ de côté (surface, 80^{cq}); C, 20 ouvertures carrées de $0^m,03$ de côté (surface, 180^{cq}); D, fente horizontale tracée avec le tranchant d'un rasoir, longue de $0^m,20$ et collée sur papier; D′, fente verticale identique; E, fente horizontale de $0^m 12$ de longueur et 1^{mm} de largeur; E′, fente verticale identique; F, fente horizontale de $0^m,16$ de longueur et 1^{mm} de largeur; F′, fente verticale identique; G, fente horizontale de $0^m,20$ de longueur et 1^{mm} de largeur (surface ouverte, 2^{cq}); G′, fente verticale identique; H, système de deux fentes horizontales ayant chacune $0^m,10$ de longueur et 1^{mm} de largeur, en prolongement, et séparées par un intervalle d'étain de $0^{mm},5$.

» Le radiateur était placé en regard de la feuille d'étain; l'axe du radiateur (ligne des trois étincelles) fut disposé horizontalement. Je cite les distances (en mètres) auxquelles la radiation a cessé d'agir.

Ouverture et fentes............	A, $0^m,55$	B, $1^m,50$	C, $4^m,50$	G, 5^m

» Bien que la surface d'entrée totale fût beaucoup plus grande avec A, B ou C, le passage des ondes s'y faisait moins aisément que par la fente G.

Fentes horizontales et verticales..	E, $0^m,50$	F, 2^m	G, 5^m	H, 2^m
	E′, 3^m	F′, 16^m		

» La salle d'expériences n'était pas assez longue pour comparer G et G′. En cou-

pant le pont d'étain qui séparait les deux parties de H, on passe de 2^m à $5^m,50$, ce qui montre l'importance de la continuité de la longueur ouverte. On voit, en outre, qu'une fente verticale laisse notablement mieux passer l'onde qu'une fente horizontale. En dirigeant verticalement l'axe du radiateur, les fentes horizontales laissèrent à leur tour mieux passer l'onde que les fentes verticales.

» En comparant les fentes très étroites D et D', on eut 1^m pour D et 6^m pour D' (l'axe du radiateur étant horizontal); la fente verticale fine laissait donc encore mieux passer l'onde que la fente horizontale, mais une fente très fine laissait un passage moins facile qu'une fente de 1^{mm} de largeur.

» Enfin, la boîte métallique renfermant le radioconducteur a été retournée. De cette façon, le radiateur n'était plus en regard de la feuille d'étain, mais en regard de la face opposée de la cage. Le passage de l'onde à travers une fente de la feuille d'étain n'avait plus lieu pour une distance du radiateur aussi grande; mais il avait encore lieu aisément, alors même que la boîte était placée sur une fenêtre et que la feuille d'étain regardait l'espace libre, ce qui excluait toute réflexion.

» J'ajoute, en terminant, que l'usage d'une enveloppe métallique à fente est commode pour l'essai comparatif de la sensibilité des radioconducteurs. »

PHYSIQUE. — *Mécanisme de la décharge par les rayons X.* Note de M. G. **Sagnac**, présentée par M. Lippmann [1].

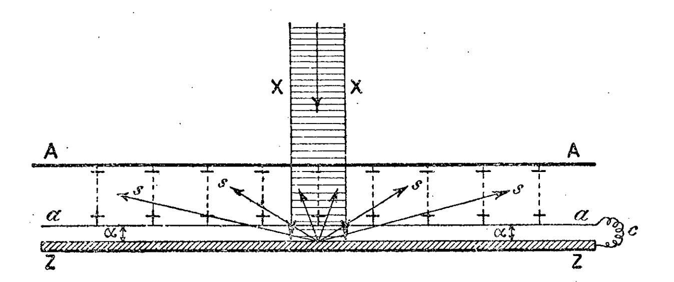
« J'ai montré (*Comptes rendus* du 3 janvier) que, si les rayons X frappent un métal électrisé, l'action de décharge liée à la nature du métal n'est pas localisée, comme on le pensait, sur la surface du conducteur : le métal transforme les rayons X en *rayons secondaires* S, moins pénétrants, qui exercent sur le gaz ambiant une action de même nature que celle des rayons X incidents. La décharge par les rayons X est ainsi la somme d'au moins deux effets dont le siège est dans le gaz soumis au champ électrique.

» I. Je vais montrer d'abord que l'*effet secondaire* dû aux rayons S issus du métal, *nécessaire* pour expliquer l'action propre du métal, y *suffit* complètement.

» Un condensateur plan est formé de deux feuilles d'aluminium (*fig.* 1). L'une AA est électrisée et reliée à la feuille d'or d'un électroscope, l'autre *aa* très mince ($\frac{1}{300}$ de millimètre d'épaisseur) est reliée au sol. Un faisceau de rayons X qui traverse normalement les deux armatures AA, puis *aa*, produit dans la lame d'air du condensateur un *effet primaire*, en général peu augmenté par l'action propre des armatures d'alu-

(1) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

minium et qui se mesure assez bien par la vitesse de décharge de l'armature AA. Recevons les rayons X, transmis à travers *aa*, sur une lame ZZ de cuivre ou de zinc, par exemple, reliée au sol comme *aa*. La vitesse de décharge de AA augmente aussitôt; c'est l'*effet secondaire* dû aux rayons S de la lame ZZ; il augmente, comme l'action photographique des rayons S, quand on remplace le métal de ZZ par un autre qui absorbe davantage les rayons X. Quand la lame ZZ est graduellement rapprochée de *aa*, l'effet secondaire augmente progressivement et devient, par exemple, égal à l'effet primaire quand ZZ est au contact de la feuille *aa*. Enlevons alors cette



feuille *aa*, de manière que la surface du métal ZZ, maintenant *nue*, porte elle-même les charges électriques développées par l'influence de AA; l'effet secondaire n'augmente que d'environ $\frac{1}{10}$ de sa valeur, si ZZ est une lame de cuivre ou de zinc. La diminution de l'effet secondaire, quand on recouvre la lame métallique ZZ avec la feuille d'aluminium *aa*, est d'ailleurs plus ou moins grande suivant que les rayons S émis par le métal ZZ sont plus ou moins absorbables, et elle s'explique bien par l'absorption partielle des rayons S qui traversent la feuille *aa*. Rien n'autorise donc à penser qu'il y ait une partie notable de l'action du métal purement localisée à la surface du métal. *L'action du métal a son siège dans le gaz au même titre que l'action directe des rayons X.*

» II. On doit s'attendre à ce que l'effet des rayons S sur l'air augmente avec l'épaisseur d'air du condensateur (*Comptes rendus* du 3 janvier, t. CXXVI, note 5 de la p. 38). M. J. Perrin l'a vérifié lui-même (*Comptes rendus* du 17 janvier, t. CXXVI). Toutefois il reste à expliquer pourquoi cette augmentation est généralement lente (de $\frac{1}{10}$ seulement pour le zinc dans les expériences de M. J. Perrin, quand l'épaisseur du condensateur croît de 1^{mm} à 10^{mm}). M. J. Perrin a supposé que la couche d'air de 1^{mm} d'épaisseur qui est adjacente au zinc suffit pour enlever aux rayons S qui la traversent la plus grande partie de leur activité électrique. Cette interprétation est inexacte.

» Dans l'expérience de la *fig.* 1, si l'on éloigne la lame de zinc ZZ, à partir du contact avec *aa*, jusqu'à 1^{mm} de *aa*, on oblige les rayons S à traverser une couche d'air adjacente au zinc et épaisse de 1^{mm}; or l'effet

secondaire ne diminue alors que d'une fraction de sa valeur. L'absorption par l'air ne suffit donc pas à expliquer la lenteur d'accroissement de l'effet secondaire avec l'épaisseur du condensateur.

» Il faut encore tenir compte des circonstances suivantes :

» 1° Les rayons S se disséminent en tous sens à partir de la surface ZZ qui les émet, et la quantité de rayons S émis latéralement et mal utilisés est d'autant plus importante que l'armature AA est plus éloignée de *aa* par rapport à la largeur de la région rayonnante de ZZ.

» 2° Une partie de l'action propre du métal ZZ est due à ce que les rayons S tombant sur AA s'y transforment en rayons tertiaires T, et l'action électrique tertiaire que les rayons T exercent à leur tour est d'autant plus faible que la source ZZ des rayons S est plus éloignée de AA.

» 3° Enfin, sous influence des rayons X, le champ électrique cesse d'être uniforme dans toute l'épaisseur du condensateur et se localise principalement au voisinage des armatures; cela résulte d'expériences récentes de M. Child (1). Or l'action de décharge des rayons S augmente avec la valeur du champ électrique.

» Les principales particularités de l'action propre du métal dans la décharge s'expliquent ainsi suffisamment par le mécanisme de l'*effet secondaire* dû aux rayons S.

» III. Le mécanisme général suivant de l'action des rayons X (effet primaire), ou des rayons S (effet secondaire), sur le gaz qu'ils traversent dans le champ électrique, me paraît résulter nécessairement des expériences de M. Child rapprochées des expérienees antérieures de MM. Righi, Villari, J.-J. Thomson, J. Perrin sur les rayons X.

» A travers chaque surface de niveau Σ du champ électrique d'un condensateur plan, il passe un double flux d'électricité savoir : un flux positif formé de charges positives que les rayons X ont libérées dans les diverses couches d'air comprises entre Σ et l'armature positive *aa* et un flux négatif résultant de toutes les charges négatives issues de l'autre côté de Σ. Ces charges positives et négatives se déplacent avec des *vitesses finies*. Près de l'armature positive *aa*, par exemple, le flux négatif issu des différents éléments de volume de la couche d'air située au-dessus de Σ l'emporte sur le flux positif, issu des différents éléments de volume de la couche d'air *plus mince* située au-dessous de Σ; il y a donc en Σ de l'électricité négative libre en mouvement dont la densité cubique est constante une fois le régime per-

(1) Child, *Wiedemann's Annalen* du 15 avril 1898; t. LXV, p. 152.

manent établi; d'où résultent, au voisinage de aa, une diminution des potentiels et une augmentation des valeurs du champ électrique, si l'on suppose la différence de potentiel des armatures maintenue invariable.

» Les expériences de M. Child montrent, d'ailleurs, que la surface de niveau sur laquelle le potentiel demeure inaltéré par le passage des rayons X est plus éloignée de l'armature négative que de l'armature positive et que la variation de potentiel due aux rayons X est plus grande près de l'armature négative que près de l'armature positive. Cela s'explique bien si l'on admet que les charges négatives se déplacent dans l'air un peu plus vite que les charges positives.

» IV. — Le mécanisme de l'*effet secondaire* explique encore une particularité observée par M. Child [1] : si les rayons X pénètrent normalement dans un condensateur à travers une armature et frappent la seconde armature formée successivement de métaux qui absorbent de plus en plus les rayons X, les changements de potentiel dus à l'action des rayons X diminuent de plus en plus. Il suffit de remarquer que les rayons S du métal sont alors de plus en plus actifs et que leur effet secondaire se produit surtout dans les premières couches d'air en contact avec le métal; de ces couches d'air adjacentes au métal, supposé former par exemple l'armature positive, partent des charges positives qui diminuent dans la lame d'air du condensateur l'excédent des charges négatives et diminuent, par suite, aussi les chutes de potentiel dues aux rayons X. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Transformations isothermiques irréversibles d'un mélange. Développement de la relation conditionnelle de l'équilibre.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente, j'ai donné une expression du potentiel thermodynamique d'un mélange de plusieurs corps, en équilibre osmotique avec ses composants dans des systèmes annexes.

» J'ai considéré les transformations isothermiques et *réversibles*, soit de l'ensemble du mélange et des systèmes annexes, soit du mélange seul. Il y a lieu d'envisager le cas des transformations isothermiques *irréversibles*.

» Je rappelle que, m étant la masse d'un composant existant dans un mélange en équilibre, F la tension gazeuse ou osmotique sous laquelle ce corps peut exister dans un système annexe pour s'y trouver en équilibre

(1) *Loc. cit.*, p. 158-162.

osmotique avec le mélange, l'expression

$$\sum m \int_0^F V\, dF \quad \text{ou} \quad \sum m\varphi,$$

formée avec tous les corps du mélange, représente le potentiel thermodynamique de ce mélange.

» Elle représente aussi le travail non compensé d'une opération isothermique irréversible de séparation, sous pression constante, des composants du mélange : ces composants se répandant dans des systèmes annexes où la pression serait nulle ou infiniment petite.

» Lorsque le mélange n'est pas en équilibre et qu'il s'y produit des transformations internes, sous pression constante, la même expression représente le potentiel thermodynamique du mélange, ou le travail non compensé d'une opération irréversible identique à la précédente; mais comme il faut supposer que, pendant cette opération, les transformations internes sont arrêtées, les grandeurs physiques envisagées ne sont pas aussi bien définies que précédemment.

» Sous cette réserve, il est facile de prouver que, dans une transformation irréversible d'un mélange sous pression constante, le travail non compensé est égal à la diminution du potentiel thermodynamique ou de $\sum m\varphi$.

» On peut alors retrouver facilement les conditions connues de l'équilibre du mélange, et ensuite, grâce à la connaissance de l'expression du potentiel thermodynamique, en déduire des conséquences intéressantes.

» Dans un mélange homogène, il peut exister des corps indifférents chimiquement, et des corps capables de réagir les uns sur les autres. Considérons seulement ces derniers. Soit M_1 la masse d'un corps qui, en se combinant avec M_2 d'un autre corps, donne les masses M_3 et M_4 de deux autres corps; supposons que ces quatre corps existent simultanément dans le mélange; la condition de leur équilibre est (Duhem, *Potentiel thermodynamique*) :

$$M_1\varphi_1 + M_2\varphi_2 = M_3\varphi_3 + M_4\varphi_4. \tag{1}$$

» Cette relation peut être trouvée directement dans l'étude des transformations isothermiques réversibles d'un mélange; ici, on montre qu'elle est une condition de l'équilibre.

» Il faut remarquer que cette relation ne comprend pas les masses en

équilibre dans le mélange : M_1, M_2, M_3, M_4 sont des constantes caractéristiques de la réaction chimique; φ_1 est une fonction de F_1 qu'on peut mettre sous une autre forme, si l'on connaît la loi de compressibilité du corps (1) à l'extérieur du mélange; c'est évidemment une fonction des masses existant dans le mélange. La relation (1) donne

$$(2) \qquad M_1\, d\varphi_1 + M_2\, d\varphi_2 = M_3\, d\varphi_3 + M_4\, d\varphi_4.$$

A remarquer que, si l'un des corps considérés existe pur au contact direct du mélange (systèmes hétérogènes) et sous la même pression constante, il disparaît de l'égalité (2).

» Soient m_1 la masse du corps (1) dans l'unité de volume du système annexe en équilibre avec le mélange, v_1 le volume spécifique; écrivons $F_1 v_1 = R_1 T$.

» *Première hypothèse.* — Soit R_1 constant : on a

$$M_1 R_1 T \frac{dm_1}{m_1} + M_2 R_2 T \frac{dm_2}{m_2} = M_3 R_3 T \frac{dm_3}{m_3} + M_4 R_4 T \frac{dm_4}{m_4}.$$

» Soit $M_1 R_1 = a\mathfrak{R}$; $M_2 R_2 = b\mathfrak{R} \ldots$, $\mathfrak{R}$ constante; des gaz parfaits, par exemple :

$$a\frac{dm_1}{m_1} + b\frac{dm_2}{m_2} + c\frac{dm_3}{m_3} + d\frac{dm_4}{m_4},$$

ou

$$\frac{m_1^a m_2^b}{m_3^c m_4^d} = \text{constante}.$$

» C'est la forme générale qu'on donne à la relation de Güldberg et Waage (Chroustchoff, *Introduction à l'étude des équilibres chimiques*, p. 163).

» Mais elle relie ici, comme on le voit, les masses spécifiques des corps réagissants dans les systèmes extérieurs au mélange; ces corps peuvent s'y trouver en dissolution ou à l'état gazeux. Le mélange peut d'ailleurs être gazeux ou liquide; les corps réagissants peuvent y exister en dissolution dans un corps indifférent chimiquement, ou bien seuls.

» *Deuxième hypothèse.* — Si l'on admet, *a priori*, comme Van't Hoff, dans son Mémoire fondamental sur les lois de l'équilibre chimique, que, dans les mélanges gazeux et dissous, la masse spécifique d'un composant est la même dans ce mélange et dans un système annexe, la relation ci-dessus est applicable au mélange.

» Mais rien ne justifie une pareille hypothèse, adoptée d'ailleurs avec la première, comme une approximation.

» Les considérations précédentes ne peuvent donc pas nous démontrer l'exactitude de la relation de Güldberg et Waage; elle garde, jusqu'à présent, son caractère empirique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les verres bleus à base de chrome.* Note de M. **André Duboin**, présentée par M. Friedel.

« Les expériences à la suite desquelles on a reproduit le saphir ont conduit à penser que la coloration bleue de cette gemme est due au chrome. Sainte-Claire Deville et Caron ([1]) sont très affirmatifs sur ce point. « Le » saphir bleu, disent-ils, se produit dans les mêmes circonstances que le » rubis. *Il est également coloré par l'oxyde de chrome.* La seule différence » entre eux consiste dans les proportions de la matière colorante, peut-» être aussi dans l'état d'oxydation du chrome. Mais l'analyse ne peut rien » indiquer de précis à cet égard, à cause de la quantité très petite de la » matière colorante dans tous les cas. Dans certaines préparations, on a » obtenu, placés l'un à côté de l'autre, des rubis rouges et des saphirs du » plus beau bleu, dont la teinte est, d'ailleurs, identique à la teinte du » saphir oriental dont la cause est inconnue. »

» Plus tard, Gaudin ([2]) a observé que l'oxyde de chrome chauffé dans la flamme réductrice du chalumeau oxhydrique prend une teinte bleu de ciel un peu verdâtre.

» J'ai cherché si l'on ne pourrait pas introduire cette couleur dans des verres faciles à obtenir.

» J'y suis arrivé dans les cas suivants :

» *Procédé général.* — On chauffe dans un creuset brasqué, chauffé au fourneau à vent alimenté par du coke, sans soufflerie, pendant cinq heures, le mélange vitrifiable donnant le verre que l'on veut obtenir, après y avoir ajouté et mélangé intimement une petite quantité de chromate de potasse ou d'oxyde de chrome. Nous avons quelquefois ajouté de l'arséniate de potasse, en vue d'augmenter la fusibilité (nous n'en avions, d'ailleurs, pas besoin) et constaté que cette addition ne change rien à la couleur du produit obtenu.

([1]) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 764; 1858.
([2]) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1343; 1869.

» I. *Verres durs à base d'alumine.* — Je me suis adressé d'abord aux verres durs à base d'alumine employés dans la fabrication des pierres précieuses artificielles.

» On sait qu'on emploie à cet effet des mélanges fusibles qui se rapprochent beaucoup de la formule $4,5 SiO^2, Al^2O^3, 3 CaO$, une partie de la chaux pouvant être remplacée par une quantité équivalente de baryte, pour obtenir des pierres ayant plus d'éclat et dont la densité s'éloigne moins de celle des pierres fines.

» 1° Un mélange de silice, 135 parties; alumine, 51 parties; carbonate de chaux, 150, auquel on ajoute 9^{gr} de chromate de potasse, donne une masse cristalline d'une teinte bleue ayant peu d'éclat. Je me propose de revenir sur cette experience intéressante : ainsi, la durée de la chauffe étant de cinq heures, la masse est incomplètement fondue et les parties fondues sont séparées par des lamelles très minces, superposées, ayant tout à fait l'aspect du mica et se clivant de la même manière. Si l'expérience dure sept heures, on a une masse cristallisée.

» 2° J'ai remplacé la totalité de la chaux par de la baryte. Le mélange est formé de silice, 135 parties; alumine, 51; carbonate de baryte, 295,5; chromate de potasse, 8 ou la quantité équivalente d'oxyde de chrome.

» 3° On sait que les mélanges à équivalents égaux de carbonate de soude et de carbonate de potasse, ou de chlorure de sodium et de chlorure de potassium, fondent à une température plus basse que chacun des deux sels. Il y a donc lieu d'essayer si, en remplaçant la moitié de la chaux par une quantité équivalente de baryte, on aura encore un verre assez beau.

» Le mélange de silice, 135 parties; alumine, 51; carbonate de baryte, 148; carbonate de chaux, 75; chromate de potasse, 9 m'a donné un verre très beau.

» II. *Verres à l'acide borique.* — On peut, dans les verres, remplacer une partie de la silice par l'acide borique. On obtient un verre d'un beau bleu, mais trop attaquable aux acides, en fondant un mélange de quatre parties d'acide borique, une d'alumine et une de chromate de potasse. Il se fait en même temps du chrome métallique. Dans cette expérience, les creusets sont très souvent percés.

» J'ai fait de nombreuses expériences, jusqu'au jour où j'ai trouvé la composition d'un verre blanc d'Iéna (verre Schott et Cie) (¹). Je me suis appliqué à colorer ce verre en bleu, pensant que la consécration que la pratique a donnée à ce verre accorderait plus d'intérêt à mes résultats. On obtient un très beau verre bleu en chauffant un mélande de : silice, 84 parties; acide borique anhydre, 39; carbonate de baryte, 157,6; alumine, 16; bichromate de potasse, 7.

» Au cours des nombreux essais entrepris dans cette voie, j'ai essayé divers réducteurs. Le carbure de calcium, dont les propriétés réductrices ont été découvertes par M. Moissan, était tout indiqué. En chauffant le mélange vitrifiable bien sec avec du carbure de calcium dans un creuset de plombagine, j'ai obtenu un verre d'une teinte bleue, mais moins belle

---

(¹) *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 9e année, n° 9, p. 391.

que celle des verres précédents. Au point de vue pratique, il y a une certaine difficulté à régler la proportion de carbure à employer, les matériaux employés étant toujours un peu hygrométriques.

» III. *Verres ordinaires.* — Les verres ordinaires, ou encore les mélanges avec lesquels on les obtient ne m'ont pas donné de bons résultats. Un mélange correspondant au verre de Bohême : quartz, 100 parties; carbonate de potasse, 30 parties; carbonate de chaux, 15 parties; chromate de potasse, 7 parties, donne un verre qui n'est bleu que dans le voisinage de la couche de charbon. Peut-être obtiendrait-on de meilleurs résultats en chauffant plus longtemps. Le verre, pulvérisé et fondu avec un peu de chromate de potasse, donne un verre vert.

» En résumé, nous avons obtenu de très beaux verres bleus en colorant par le chromate de potasse ou l'oxyde de chrome, dans les circonstances indiquées précédemment, les verres suivants :

» 1° $4{,}5SiO^2, Al^2O^3, 3BaO$.

» 2° $4{,}5SiO^2, Al^2O^3, 1{,}5CaO, 1{,}5BaO$.

» 3° $28SiO^2, 9B^2O^3, 16BaO, 3Al^2O^3$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le séléniate de cuivre et son emploi à la préparation de l'acide sélénique.* Note de M. **R. Metzner**, présentée par M. A. Ditte.

« I. Préparation du séléniate de cuivre. — Le sélénium étant transformé en acide sélénieux dissous, on oxyde celui-ci par un courant de chlore. La réaction qui se produit est la suivante :

$$SeO^2 \text{ diss.} + 2Cl + H^2O = 2HCl + SeO^3 \text{ diss.};$$

elle est exothermique et dégage environ $+ 30^{Cal}$.

» Il convient de ne pas opérer sur une liqueur trop concentrée ; il ne faut pas dépasser une teneur de 10 pour 100, si l'on veut avoir une oxydation complète. Quand la liqueur a pris une teinte jaune et qu'elle répand une forte odeur de chlore, on constate, sur une prise d'essai, qu'il ne reste plus d'acide sélénieux. On procède alors à la neutralisation du mélange d'acides sélénique et chlorhydrique, au moyen d'oxyde de cuivre pur provenant de la calcination du nitrate ; celui-ci se dissout rapidement en donnant une liqueur d'abord verte, qui devient bleue quand la neutralisation est près d'être obtenue. On ajoute enfin de l'oxyde de cuivre précipité du nitrate et parfaitement lavé à l'eau chaude, qu'on a en outre fait bouillir dans de l'eau pour diminuer son volume. Cet oxyde se dissout bien plus rapidement que l'oxyde calciné, et l'on arrive, grâce à lui, à neutraliser aisément l'acide sélénique. La dissolution obtenue, mélange de chlorure et de séléniate de cuivre, est évaporée à chaud ; elle

laisse déposer par refroidissement de beaux prismes de séléniate de cuivre qu'on égoutte et qu'on purifie par de nouvelles cristallisations effectuées en laissant refroidir des liqueurs saturées à chaud : ce sel étant, comme nous le verrons plus loin, beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid.

» D'ailleurs, le chlorure de cuivre étant déliquescent, on peut pousser très loin la concentration du mélange de séléniate et de chlorure, et, le premier étant insoluble dans une dissolution saturée du second, on obtient une séparation complète.

» Le chlore qui m'a servi était fourni par un réservoir de fer renfermant ce gaz à l'état liquide ; je n'ai donc éprouvé aucune difficulté dans la préparation de plusieurs kilogrammes de séléniate de suivre. Il est certain qu'il serait plus aisé d'opérer l'oxydation de l'acide sélénieux avec le brome, et j'ai essayé l'opération dans les mêmes conditions de dilution que pour le chlore. La réaction qui peut se produire est la suivante :

$$SeO^2 \text{ diss.} + 2Br + H^2O = 2HBr + SeO^3 \text{ diss.};$$

elle dégage encore $10^{Cal},4$ environ ; mais l'oxydation qui se produit partiellement, quand on verse de l'eau de brome dans une solution d'acide sélénieux, n'est jamais complète, et, si l'on ajoute la quantité théorique de brome nécessaire pour oxyder une quantité déterminée d'acide sélénieux, la liqueur reste colorée par du brome, en même temps qu'il reste de l'acide sélénieux non oxydé.

» II. Propriétés du séléniate de cuivre. — *Solubilité.* — Elle varie beaucoup avec la température. J'ai trouvé dans 1^{lit} de solution saturée :

A 15°	257^{gr}	de séléniate.
A 35	346	»
A 55	435	»

» A une température plus élevée, vers 70°, une dissolution saturée de séléniate de cuivre se décompose, comme l'a indiqué Mitscherlich (¹), en déposant une matière verte cristallisée que ce savant n'a pas analysée, et qui correspond à la formule

$$2(CuOSeO^3), CuO, 5H^2O,$$

comme le montrent les analyses suivantes :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Moyenne.	Calculé.
Cuivre	31,0	29,9	30,45	31,1
Sélénium	27,0	26,8	26,9	26,7

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXXVII.

» Le dépôt est d'autant plus abondant que la liqueur renferme davantage de séléniate, de sorte que, pour en obtenir une quantité notable, il convient de partir d'une liqueur saturée vers 50°. Vue au microscope, la substance apparaît comme constituée par de petits prismes clinorhombiques, transparents, vert clair, non modifiés. Ils sont peu altérés par l'eau froide, ce qui permet de les laver pour les débarrasser de la liqueur mère.

» Le séléniate de cuivre se dissout, surtout à chaud, dans l'acide sélénique étendu de trois à quatre fois son volume d'eau. Par refroidissement, la liqueur laisse déposer des prismes striés bleu pâle, dans lesquels j'ai trouvé : cuivre 20,60, sélénium 27,0, et qui ont, par suite, la même composition que les cristaux primitifs.

» Quand on augmente la quantité d'acide sélénique, les cristaux bleus précédents se transforment en une matière grenue, blanche, qui, au microscope et sous un faible grossissement, apparaît comme formée de cristaux tabulaires, transparents. Ils correspondent à la formule $CuO, SeO^3, 2H^2O$.

» Soumis à l'action de l'air sec, les cristaux de séléniate de cuivre perdent de l'eau. A 100°, il n'en reste plus qu'une molécule et les cristaux correspondent alors à la formule $CuO . SeO^3 . H^2O$.

» *Chaleur de formation.* — Elle a été mesurée en précipitant au calorimètre une dissolution normale de séléniate de cuivre par une quantité équivalente de potasse. J'ai trouvé ainsi

$$SeO^4Cu + 2KOH = SeO^4K^2 + CuO \text{ préc.} + H^2O \ldots\ldots \quad +13^{cc},06$$

d'où l'on déduit

$$SeO^3 \text{ diss.} + CuO \text{ préc.} = SeO^4Cu \text{ diss} \ldots\ldots \quad +18,12$$

» *Chaleur de dissolution.* — On trouve qu'on a

$$SeO^3, CuO, 5H^2O + \text{eau} = SeO^4Cu \text{ diss} \ldots\ldots \quad -2,66$$

» III. Électrolyse. — Le séléniate de cuivre était obtenu bien pur, comme il est dit plus haut, en particulier parfaitement exempt d'acide chlorhydrique; j'ai effectué son électrolyse à chaud en opérant sur des dissolutions saturées.

» L'appareil, très simple, se composait de deux grandes capsules de platine : l'une d'elles, la plus grande, était placée au fond d'une capsule de porcelaine de grand diamètre qui renfermait la dissolution; l'autre, un peu plus petite, était suspendue à une petite distance de la première au moyen de fils de platine. On reliait ces deux capsules avec les pôles d'une dynamo, et les choses étaient disposées de telle sorte que la

capsule inférieure se trouvait complètement immergée, tandis que la capsule supérieure ne s'enfonçait que partiellement dans le liquide; grâce à un lest de mercure, on pouvait la descendre à une distance convenable de la capsule inférieure. Enfin un courant d'air permettait un mélange convenable des liquides et une électrolyse régulière. Avec un courant de 2 à 3 volts et de 5 ampères, le cuivre se dépose sous la forme d'une éponge légère qui tombe à l'intérieur de la capsule inférieure; en une dizaine d'heures on obtient 300^{cc} d'acide sélénique monohydraté dilué dans 2^{lit} à 3^{lit} d'eau.

» J'ai toujours surveillé la disparition des dernières traces de cuivre, de manière à ne pas maintenir le courant au delà du temps nécessaire à une séparation complète et à éviter les phénomènes possibles de réduction.

» J'ai ainsi obtenu de l'acide sélénique bien pur; je me suis assuré, en particulier, qu'il ne renfermait ni cuivre, ni chlore, ni acide sélénieux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrogène sur le paratungstate de potassium.* Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Troost [1].

« En soumettant à l'action de l'hydrogène du tungstate acide de sodium chauffé au rouge, Wöhler avait obtenu des cristaux cubiques possédant l'éclat et la couleur de l'or métallique. Wöhler considérait cette combinaison comme un bitungstite de sodium $Na^2O, 2TuO^2$; mais, quelques années plus tard, Malaguti démontra que cette formule était inexacte et que le composé en question était ce qu'il appela un *tungstate de sodium et de tungstène*, de formule

$$Na^2O, TuO^3 + TuO^2, TuO^3.$$

» Peu de temps après, Laurent prépara par la méthode de Wöhler un produit de réduction du tungstate de potassium, qu'il obtenait en petites aiguilles d'un rouge violacé cuivreux très foncé, ressemblant à de l'indigo sublimé. Mais Laurent ne donne aucune indication sur la composition de ce corps, qu'il n'avait pas analysé. J'ai donc pensé qu'il y avait lieu de reprendre avec soin l'action de l'hydrogène sur le tungstate acide de potassium.

» Le paratungstate de potassium sur lequel j'ai opéré a été disposé dans des nacelles en porcelaine placées elles-mêmes dans un tube de verre peu fusible; j'ai fait

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

passer dans le tube un courant lent d'hydrogène, en chauffant au rouge à température aussi élevée que possible, et presque jusqu'à la fusion du verre. L'expérience doit durer environ trois quarts d'heure. En cassant le tube de verre après refroidissement, on trouve dans les nacelles une matière violette à reflets rougeâtres, que l'on traite successivement par l'eau bouillante, l'acide chlorhydrique concentré et froid, et une solution bouillante de carbonate de potassium à 50 pour 100. Le produit est ensuite lavé une dernière fois à l'eau chaude. Tous ces lavages doivent être très prolongés pour que la purification soit complète.

» Ce corps se présente en petits prismes de couleur rouge violacé avec des reflets cuivreux; vus au microscope, ces prismes ressemblent à des cristaux de permanganate de potassium. Ils me paraissent bien identiques aux aiguilles signalées par Laurent. Leur composition correspond du reste à celle du composé à base de soude obtenu par Wöhler; d'après mes analyses, la formule est $K^2O, TuO^3 + TuO^2, TuO^3$.

» En soumettant le paratungstate de potassium à l'action de l'hydrogène à une température beaucoup plus basse (rouge naissant), j'ai obtenu un mélange du corps précédent avec une grande quantité de bioxyde de tungstène et d'oxyde bleu de tungstène; dans ces conditions la purification du produit est très difficile.

» Enfin, en chauffant au rouge vif le paratungstate de potassium dans l'hydrogène et faisant l'expérience dans un tube de porcelaine, je n'ai retrouvé dans les nacelles que du tungstène métallique très brillant. C'est là du reste une méthode de préparation du tungstène indiquée par Wöhler et l'un des meilleurs moyens pour obtenir de petites quantités de ce métal.

» En résumé, il résulte des expériences précédentes que lorsqu'on chauffe du paratungstate de potassium dans l'hydrogène, on obtient d'abord à basse température du bioxyde de tungstène et de l'oxyde bleu de tungstène. A température plus élevée, le bronze de tungstène

$$K^2O, TuO^3 + TuO^2, TuO^3$$

prend naissance; et il est assez facile de n'obtenir que ce composé, si l'on opère bien exactement à la température déterminée. Enfin, au rouge vif, ce bronze de tungstène est réduit à son tour, avec formation de tungstène métallique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse volumétrique en liqueur alcaline par un réducteur ferreux* (¹). Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

« Les réducteurs alcalins qui se prêtent à l'analyse volumétrique sont en nombre très limité. L'étude de quelques phénomènes d'oxydation en liqueur alcaline m'a conduit à trouver un réducteur nouveau, énergique et d'un usage facile : c'est la dissolution d'un sel ferreux dans le pyrophosphate de sodium. On n'a jamais recommandé l'emploi des sels ferreux pour l'analyse en liqueur alcaline. C'est, sans doute, parce que les dissolvants usuels, tels que les carbonates alcalins, dès qu'ils contiennent un peu de fer, prennent une coloration brune qui rend presque impossible l'observation d'un virage quelconque. Le pyrophosphate de sodium, au contraire, présente cette propriété, précieuse pour l'analyse, qu'il dissout les divers sels ferreux sans se colorer, et que, même après l'oxydation, le liquide reste incolore. Si l'on verse goutte à goutte dans la solution ferreuse alcaline soit de l'iode, soit du permanganate de potassium, elle reste limpide et incolore jusqu'au virage, qui est extrêmement net dans les deux cas. C'est d'ailleurs un réducteur très énergique : il réduit la liqueur de Fehling, les sels d'or et les sels d'argent. J'ai comparé son action à celle du chlorure stanneux, et j'ai vu que des solutions cobaltiques qui résistent quelques minutes au chlorure stanneux sont par lui décolorées instantanément. Si l'on ajoute à cela que le pyrophosphate de sodium dissout un très grand nombre de sels métalliques, on verra tout le parti qu'on peut tirer du nouveau réactif.

» Pour la pratique des analyses, on peut préparer d'avance la liqueur alcaline ferreuse. Mais, comme elle est très oxydable, il est plus commode de mesurer sur le champ pour chaque opération la dose de réactif nécessaire. Pour cela on prend une liqueur titrée acide de sulfate ferreux ammoniacal dont le titre varie très lentement, et l'on verse dans un excès de pyrophosphate de sodium un volume connu de cette liqueur. Il suffit alors d'y ajouter l'oxydant qu'on veut analyser et de doser par l'iode le reste du réducteur.

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

» Il convient de mélanger les solutions à l'abri de l'air. On peut le faire dans un courant d'hydrogène, au moyen d'un dispositif qu'il est facile d'imaginer. On se sert, par exemple, d'une fiole conique bouchée qu'on fait traverser par le courant gazeux, et l'on ajuste sur le bouchon un entonnoir à baguette rodée et la queue d'une burette de Mohr. On fait ainsi les réactions dans une atmosphère complètement privée d'air.

» Avec ces précautions, on obtient des résultats très concordants. On a d'ailleurs un moyen de contrôle très simple : on titre par le permanganate de potassium successivement en liqueur acide et en liqueur alcaline le même volume de sulfate ferreux ammoniacal, et, si la liqueur alcaline a été privée d'air par l'ébullition, on trouve à $\frac{1}{100}$ près le même nombre. La liqueur d'iode, comparée au permanganate, m'a donné un écart constant d'environ $\frac{2}{100}$ attribuable, peut-être, à l'oxygène dissous. On peut néanmoins l'employer avec une grande exactitude pour des mesures relatives.

» Je montrerai bientôt toutes les applications qu'on peut faire de ce nouveau réactif. Je l'ai tout d'abord employé pour fixer la formule d'oxydation en liqueur alcaline du cobalt et du cérium, ce qu'on n'avait pas fait jusqu'à présent avec les réducteurs connus.

» Il n'est peut-être pas inutile de signaler que le pyrophosphate de sodium fournit un réactif très sensible du fer. Il dissout, en effet, légèrement le sulfure de fer, et la coloration verte bien connue y apparaît très franche et très intense. Quand une solution contient des traces de fer, il suffit d'en verser quelques gouttes dans le pyrophosphate de sodium et de faire passer une bulle d'hydrogène sulfuré pour que le liquide, d'abord incolore, devienne vert. C'est là un réactif du fer, aussi sensible que le sulfocyanate de potassium et aussi propre à des mesures colorimétriques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse volumétrique d'un mélange d'éthers phosphoriques acides et d'acide phosphorique*. Note de M. **J. Cavalier**, présentée par M. Troost.

« Dans des recherches sur la vitesse de saponification des éthers phosphoriques, j'ai été amené à analyser complètement des solutions renfermant à la fois : de l'acide phosphorique PO^4H^3, et les deux éthers acides PO^4RH^2 et PO^4R^2H d'un même alcool (éthylique, méthylique ou allylique). On y arrive facilement par un procédé purement volumétrique et avec une exactitude suffisante, en s'appuyant sur les faits suivants que j'ai signalés antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1142 et 1214; 1898):

» 1° Le diéther acide PO^4R^2H est acide au méthylorange et à la phta-

léine; il est neutralisé à ces deux réactifs par l'addition d'une molécule alcaline quelconque.

» 2° Le monoéther acide PO^4RH^2 est neutralisé au méthylorange par une molécule alcaline; à la phtaléine par une deuxième.

» Le sel neutre de baryum ainsi produit est soluble dans l'eau.

» 3° L'acide phosphorique PO^4H^3 agit sur les réactifs colorés absolument comme l'acide précédent. Pour le titrer avec la baryte il faut se placer exactement dans les conditions indiquées par A. Joly (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 529 et t. CII, p. 316), c'est-à-dire : produire le virage au méthylorange *à froid*, puis chauffer la liqueur vers 60° et continuer l'addition d'eau de baryte; il se fait un précipité cristallisé de phosphate dibarytique et le virage à la phtaléine, *à chaud*, est alors très net; il correspond à la transformation intégrale de l'acide phosphorique en PO^4BaH.

» Ce dernier corps est insoluble dans l'eau; il peut ainsi se séparer du sel neutre de baryum, du mono-éther acide.

» Considérons maintenant un mélange des trois acides

$$PO^4R^2H,\quad PO^4RH^2,\quad PO^4H^3.$$

On ajoute à froid de l'eau de baryte titrée. Le virage au méthylorange donne l'ensemble des trois acides.

» Le titrage est achevé à chaud jusqu'à virage de la phtaléine : on obtient ainsi l'ensemble des deux acides polybasiques.

» L'acide PO^4R^2H se trouve à l'état de sel de baryum dissous : l'acide phosphorique à l'état de sel dibarytique cristallisé insoluble. On sépare par filtration.

» Le précipité et la liqueur sont additionnés d'un volume connu d'une solution titrée d'acide chlorhydrique, de façon à obtenir deux solutions claires, acides au méthylorange; dans chacune d'elles, on titre le seul acide polybasique qu'elle renferme en déterminant la quantité de baryte nécessaire pour passer de la neutralité au méthylorange à la neutralité à la phtaléine, en se plaçant dans les conditions indiquées précédemment.

» Comme vérification, la somme des deux quantités ainsi trouvées séparément doit être égale à la quantité totale d'acides polybasiques trouvée directement dans le premier titrage.

» Pendant toute la durée de ces opérations, il n'y a pas à craindre de changement dans la composition de la liqueur résultant d'une saponification des acides éthers : je montrerai en effet, dans une prochaine Communication, que cette saponification est suffisamment lente pour être totalement négligeable pendant la durée d'un titrage (1). »

---

(1) Des expériences faites en collaboration avec M. Pouget, et sur lesquelles nous

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide phosphorique.* Note de M. **Henri Lasne**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans un article de M. Léo Vignon, paru récemment aux *Comptes rendus* (t. CXXVI, p. 1522), cet auteur signale les divergences obtenues en précipitant séparément les solutions d'un superphosphate traité d'abord par l'eau, puis par le citrate d'ammoniaque, ou bien en réunissant préalablement les deux liqueurs. Le total des deux premiers nombres serait toujours plus faible que le troisième, et cela dans une mesure considérable. Un pareil résultat serait de nature à jeter le doute sur l'exactitude du dosage de l'acide phosphorique par précipitation en présence du citrate d'ammoniaque, alors que, d'après mon expérience, je ne crois pas qu'il existe de dosage plus exact et moins sujet aux incertitudes, quand il est bien pratiqué. On fait chaque jour, dans mon laboratoire, un grand nombre de dosages d'acide phosphorique dans les superphosphates, en séparant souvent les résultats, et jamais rien de pareil n'a été observé.

» Voici d'ailleurs quelques expériences faites depuis la publication de l'article de M. Léo Vignon, en vue de confirmer d'une manière spéciale les observations qui viennent d'être présentées.

» I. Superphosphate minéral obtenu d'un phosphate de la Somme.

» II. Superphosphate d'os dégélatinés.

» III. Superphosphate d'os verts.

Sur 1gr de superphosphate.	Poids de pyrophosphate. I.	II.	III.
	gr	gr	gr
Soluble à l'eau	0,2622	0,1186	0,1320
Insoluble à l'eau, mais soluble au citrate	0,0089	0,1369	0,0400
Total de ces deux chiffres	0,2711	0,2555	0,1720
Sur les deux solutions réunies	0,2715	0,2570	0,1732

» Les différences, on le voit, atteignent à peine le milligramme, c'est-à-dire qu'elles sont de l'ordre des erreurs d'observation, les expériences étant faites, à dessein, dans les mêmes conditions que les dosages de pratique courante, et sans précautions spéciales. Les précipitations sont

reviendrons, montrent que ce procédé d'analyse est applicable à l'acide glycérophosphorique et permet le titrage de cet acide en présence d'acide phosphorique.

toujours effectuées le soir et la filtration a lieu le lendemain matin, après un repos de quinze à seize heures. J'ai, en effet, montré (*Bull. Soc. chimique de Paris*, 3e série, t. XVII, p. 823) que la précipitation était en général complète au bout de trois à quatre heures de repos, ou de quinze minutes d'agitation mécanique, mais que dans ces conditions il restait dans le précipité une petite quantité de phosphate trimagnésique qui disparaît complètement après seize heures de contact en présence du citrate d'ammoniaque.

» J'ai également montré (*loc. cit.*) que la précipitation est *intégrale*, qu'elle n'est pas influencée par les substances qui accompagnent ordinairement l'acide phosphorique, sauf la silice et le fluor qu'il faut préalablement éliminer. Mais il arrive heureusement que la silice et le fluor n'entrent pas en solution dans les superphosphates, sans quoi le dosage se compliquerait.

» En résumé, le phosphate ammoniaco-magnésien est *complètement* insoluble dans une liqueur contenant le tiers de son volume d'ammoniaque à 22°.

» Afin de le démontrer une fois de plus, j'ai fait avec le plus grand soin l'expérience suivante qui a pour but de reconnaître si de très petites quantités d'acide phosphorique peuvent être précipitées à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien :

» I. On a dissous 3^{gr},5 de phosphate d'ammoniaque dans 100^{cc}.
» II. Avec 10^{cc} de la liqueur I, on a fait 100^{cc}.
» III. Avec 10^{cc} de la liqueur II, on a fait 100^{cc}.
» IV. Avec 10^{cc} de la liqueur III, on a fait 100^{cc}.
» 10^{cc} de chacune de ces liqueurs ont été prélevés et précipités dans les conditions habituelles, soit :
» 40^{cc} d'eau (pour ramener au volume habituel);
» 25^{cc} citrate d'ammoniaque à 400^{gr} acide citrique par litre;
» 60^{cc} ammoniaque à 20°;
» 20^{cc} chlorure de magnésium ammoniacal à 20^{gr} de magnésie par litre.
» Si l'on ajoute les eaux de lavage du précipité, on arrive à un volume total voisin de 200^{cc}. Après calcination pour transformer en pyrophosphate, on a obtenu les poids suivants :

I.	II.	III.	IV.
0,3159	0,0317	0,0034	0,0003

soit, en acide phosphorique :

0,2121	0,0203	0,0021	0,0002

» Avec une approximation tout à fait satisfaisante, j'ai donc obtenu, jusqu'au plus petit chiffre, la proportionnalité suivante :

1000 : 100 : 10 : 1.

» Je m'attacherai surtout à l'expérience IV. Le vase où a eu lieu la précipitation, après avoir été vidé et égoutté, montre un léger dépoli, provenant des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien. Après pesée, le précipité a été redissous, et la présence de l'acide phosphorique constatée par le nitromolybdate d'ammoniaque. D'où il résulte qu'un milligramme d'acide phosphorique par litre est intégralement précipité à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Il n'y a donc pas lieu de craindre que la précipitation de dissolutions très pauvres soit incomplète; si elle ne se produit pas immédiatement d'une façon apparente, il suffit d'abandonner le liquide, après agitation, du soir au lendemain matin, pour que tout l'acide phosphorique soit précipité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les phényluréthanes des éthers et des nitriles de quelques oxy-acides.* Note de M. **E. Lambling**, présentée par M. Arm. Gautier.

« A.-W. Hoffmann a montré que l'isocyanate de phényle se combine facilement aux alcools pour donner des phényluréthanes. Cette observation a été étendue aux alcools, primaire ou secondaire, à plusieurs oxhydriles alcooliques (glycérine, érythrite, etc.), ainsi qu'aux phénols ([1]). Néanmoins cette réaction peut ne pas avoir un caractère absolument général ([2]). J'ai donc repris son étude, en me proposant d'établir l'action de voisinage que peuvent exercer à ce point de vue, sur l'oxhydrile alcoolique, divers groupements acidifiants, tels que C^6H^5, CAz, CO, etc. ([3]).

» Il convenait, pour établir l'influence que peuvent avoir ces radicaux, d'étudier comparativement ce qui se passe avec des corps de constitution analogue, mais dans lesquels ces groupes font défaut. J'ai donc fait agir l'isocyanate de phényle : 1° sur l'éther lactique et sur l'éther et le nitrile trichlorolactiques; 2° sur l'éther glycolique et sur le nitrile glycolique,

---

([1]) A.-W. Hoffmann, *Liebig's Ann.*, t. LXXIV, p. 16, et *D. chem. G.*, t. IV, p. 249. — H.-L. Snape, *D. chem. G.*, t. XVIII, p. 2428. — Tesmer, *Ibid.*, t. XVIII, p. 968.

([2]) Voir les remarques de F. Gumpert, *Journ. f. prakt. Ch.*, t. XXXII, p. 281.

([3]) A. Haller, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XVI, p. 403.

l'éther et le nitrile phénylglycoliques. Pour les corps à fonction alcool tertiaire, j'ai mis en œuvre l'α-oxyisobutyrate d'éthyle, comparativement avec le β-oxybutyrate d'éthyle.

» Tous ces corps ont fourni des phényluréthanes avec de bons rendements.

» I. PHÉNYLURÉTHANE DU LACTATE D'ÉTHYLE, $CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2.C^2H^5}{\overset{|}{CHO}}.CO.AzHC^6H^5$. — On chauffe au bain d'huile à 180°, pendant 15 à 20 minutes, un mélange équimoléculaire d'isocyanate de phényle et d'éther lactique. La masse huileuse refroidie est dissoute dans un mélange à parties égales d'éther et d'éther de pétrole qui précipite un peu de diphénylurée. Après avoir chassé le véhicule, on épuise à chaud par de l'éther de pétrole qui enlève le lactate d'éthyle non entré en réaction. Il reste finalement une huile brune que l'on ne peut ni distiller dans le vide, car elle se décompose avec production de diphénylurée, ni amener à cristallisation. L'analyse indique que l'on a néanmoins obtenu la phényluréthane cherchée. *Trouvé :* C, 60,86 et 60,37; H, 6,37 et 6,16; Az, 5,67 et 5,76. *Calculé :* C, 60,76; H, 6,33; Az, 5,91.

» L'huile ainsi obtenue, traitée à froid par de la soude à 10 pour 100, se prend en une masse cristallisée qui est la *phényluréthane du lactate de sodium*. Elle cristallise de l'alcool absolu en prismes microscopiques allongés. *Trouvé :* C, 51,59; H, 4,34; Az, 5,91; Na, 9,90. *Calculé :* C, 51,94; H, 4,33; Az, 6,06; Na, 9,96.

» Ce sel de soude, mis en solution dans de l'eau et traité par HCl étendu, donne un précipité cristallisé qui est la *phényluréthane de l'acide lactique*. *Trouvé :* C, 56,92; H, 5,37; Az, 6,97. *Calculé :* C, 57,41; H, 5,26; Az, 6,70. Elle est en tablettes microscopiques irrégulières, fusibles à 139°-140°, peu solubles dans l'eau froide, facilement solubles dans le carbonate de soude, très solubles dans l'alcool, l'éther, moins dans le chloroforme, qui l'abandonne sous la forme de fines aiguilles.

» II. PHÉNYLURÉTHANE DE L'ÉTHER TRICHLOROLACTIQUE, $CCl^3 - \underset{\displaystyle CO^2.C^2H^5}{\overset{|}{CHO}}.CO.AzH.C^6H^5$. — La combinaison s'opère rapidement à 180°. Le produit est une huile rougeâtre, qui se prend en une masse de cristaux en mamelons. On fait recristalliser dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole qui abandonne des aiguilles microscopiques, fusibles à 57°,5, peu solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme. *Trouvé :* C, 42,08; H, 3,59; Az, 4,19; Cl, 31,16. *Calculé :* C, 42,29; H, 3,52; Az, 4,11; Cl, 31,27.

» Par saponification de la fonction éther, on n'obtient pas le sel de soude, mais il se fait un anhydride interne qui fera l'objet d'une étude particulière.

» III. PHÉNYLURÉTHANE DU NITRILE TRICHLOROLACTIQUE, $CCl^3 - \underset{\displaystyle CAz}{\overset{|}{CHO}}.CO.AzH.C^6H^5$. — On a préparé cette phényluréthane en chauffant à 130°-140° un mélange d'isocyanate de phényle et de cyanhydrate de chloral. Par refroidissement, le tout se prend en une masse solide qui, lavée à l'eau, à l'éther de pétrole, puis épuisée à chaud par un mélange d'éther et d'éther de pétrole, donne une poudre cristalline, fusible à 115°-116°, soluble dans l'éther, le chloroforme et dans l'alcool, d'où l'eau la précipite en tablettes hexagonales. *Trouvé :* C, 40,90; H, 2,29; Az, 9,56; Cl, 36,04. *Calculé :* C, 40,88; H, 2,38; Az, 9,54; Cl, 36,28.

» IV. Phényluréthane de l'éther glycolique, $\underset{CO^2.C^2H^5}{CH^2O.CO.AzH.C^6H^5}$. — La combinaison s'effectue vers 125°. Par refroidissement, le produit se prend en une masse que l'on fait recristalliser dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole. Prismes microscopiques, fusibles à 65°, assez solubles dans l'eau bouillante, solubles dans l'alcool et l'éther. *Trouvé :* C, 58,69; H, 5,96; Az, 6,43. *Calculé :* C, 59,01; H, 5,85; Az, 6,31.

» Ce composé, bouilli avec la soude, se dissout rapidement. Le liquide refroidi, acidifié par HCl, fournit un précipité en tablettes quadrangulaires, fusibles à 134°-135°, solubles dans l'éther et l'alcool, d'où l'eau reprécipite le composé en tablettes carrées ou rectangulaires. La solution de carbonate de soude le dissout rapidement à froid avec effervescence. C'est la *phényluréthane de l'acide glycolique. Trouvé :* C, 54,93; H, 4,65; Az, 7,26. *Calculé :* C, 55,38; H, 4,61; Az, 7,18.

» V. Phényluréthane du nitrile glycolique, $\underset{CAz}{CH^2O.CO.AzHC^6H^5}$. — La masse huileuse obtenue en chauffant une heure à 130° le mélange des deux composants donne à froid une masse de cristaux que l'on recristallise dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole. Prismes allongés, microscopiques, groupés en étoiles, fusibles à 74°-75°. *Trouvé :* C, 61,39; H, 4,56; Az, 15,99. *Calculé :* C, 61,36; H, 4,54; Az, 15,91.

» VI. Phényluréthane de l'éther phénylglycolique, $C^6H^5.\underset{CO^2.C^6H^5}{CHO.CO.AzH.C^6H^5}$. — On agit comme pour l'éther glycolique. Le produit brut est en aiguilles microscopiques groupées en choux-fleurs, solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, fusibles à 93°. *Trouvé :* C, 68,23; H, 5,68; Az, 4,66. *Calculé :* C, 68,18; H, 5,88; Az, 4,68.

» Ce composé, bouilli un instant avec la quantité théorique de soude aqueuse, se dissout, puis donne un précipité cristallisé, qui présente la composition et les propriétés de la *phénylglycolanilide* $C^6H^5.CHOH.CO.AzHC^6H^5$, que M. A. Haller (1) a déjà obtenue autrement. Les eaux-mères, acidifiées par HCl, donnent un précipité en aiguilles microscopiques, solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, qui représentent la *phényluréthane du phénylglycolate d'éthyle.* Ce corps se dissout avec effervescence dans la solution de carbonate de soude, puis le liquide se prend en une masse de cristaux aiguillés, qui représentent le sel de soude de l'acide. *Trouvé :* C, 66,38; H, 4,71; Az, 5,28. *Calculé :* C, 66,42; H, 4,82; Az, 5,17.

» VII. — Phényluréthane du nitrile phénylglycolique, $C^6H^5.\underset{CAz}{CHO.CO.AzHC^6H^5}$. — La combinaison de l'isocyanate avec le nitrile s'opère à 100°-110°. Au delà, il se dégage CAzH et CO^2 et l'opération est perdue. Le mélange d'éther et d'éther de pétrole enlève au produit un corps en prismes microscopiques, fusibles à 105°. C'est l'uréthane cherchée. *Trouvé :* C, 71,50; H, 4,45; Az, 11,26. *Calculé :* C, 71,43; H, 4,76; Az, 11,11.

» VIII. Phényluréthane du β-oxybutyrate d'éthyle, $CH^3 - \underset{CH^2.CO^2.C^2H^5}{CHO.CO.AzHC^6H^5}$. —

Le produit est une huile rouge brun, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 189.

l'éther, que l'on ne peut ni distiller, ni faire cristalliser. Deux échantillons ont donné C, 62,24 et 62,32; H, 6,84 et 7,04; Az, 5,77 et 5,87. *Calculé :* C, 62,15; H, 6,77; Az, 5,58.

» IX. PHÉNYLURÉTHANE DE L'α-OXYISOBUTYRATE D'ÉTHYLE, $(CH^3)^2.CO.CO.AzH.C^6H^5$.— $CO^2.C^2H^5$

On chauffe à 180° un instant les deux composants. On obtient une masse de cristaux que l'on purifie par recristallisation dans de l'éther de pétrole additionné d'un peu d'éther ordinaire. Longues et fines aiguilles soyeuses, fusibles à 77°,5, très solubles dans l'alcool et dans l'éther, solubles dans le chloroforme. *Trouvé :* C, 62,08; H, 7,01; Az, 5,47. *Calculé :* C, 62,15; H, 6,77; Az, 5,58. En faisant bouillir un instant ce composé avec la quantité théorique de soude, on obtient une dissolution. Par refroidissement, il se précipite un corps cristallisé en paillettes micacées, et présentant la composition et les propriétés de l'*anilide de l'acide α-oxyisobutyrique*, $(CH^3)^2.COH.CO.AzH.C^6H^5$, de Tigerstedt (1). Les eaux-mères de ces cristaux, traitées par HCl, donnent un précipité en aiguilles microscopiques, solubles dans l'alcool et dans l'éther, moins dans le chloroforme, fusibles à 130°, qui sont la phényluréthane de l'acide α-oxyisobutyrique. *Trouvé :* C, 58,61; H, 5,79; Az, 6,22. *Calculé :* C, 59,19; H, 5,82; Az, 6,17.

» On voit donc que dans ces divers composés, les groupements CAz, C^6H^5, CO, CCl^3 n'exercent pas d'influence sensible sur la fixation de l'isocyanate de phényle par l'oxhydrile alcoolique voisin. D'autre part, à en juger par l'α-oxyisobutyrate d'éthyle, l'isocyanate de phényle paraît réagir aussi aisément sur l'oxhydrile des alcools tertiaires que sur celui des alcools primaires ou secondaires. J'ai eu l'occasion de m'en assurer encore en préparant la phényluréthane du triméthylcarbinol et celle de l'hydrate d'amylène. Toutes deux s'obtiennent à 110° environ, et avec des rendements presque théoriques. La première est en aiguilles soyeuses, fusibles à 134°-135°; la seconde, en prismes microscopiques, fondant à 42°.

» Ces résultats étaient prêts à publier lorsque j'ai eu connaissance d'un travail récent de M. Morris W. Travers (2) qui, par l'action de l'isocyanate de phényle sur l'acide et l'éther lactiques, a obtenu la phényluréthane de l'acide lactique. Il a préparé cet acide par l'intermédiaire d'un anhydride interne que j'ai obtenu. Aussi, j'ai préparé toute une série de ces anhydrides, et je me propose de consacrer à ces composés une Note spéciale. »

(1) TIGERSTEDT, *D. chem. G.*, t. XXV, p. 2929.

(2) W. TRAVERS, *The action of phenylisocyanate on certain hydroxyacids and their esters*. Londres, 1898.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle combinaison de l'acétylène avec un oxychlorure cuivreux répondant à la formule* $C^2H^2.Cu^2Cl^2.Cu^2O$. Note de M. **R. Chavastelon**.

« Lorsqu'on laisse tomber dans de l'eau distillée, privée d'air et à la température ordinaire, un cristal du composé $C^2H^2.Cu^2Cl^2$ (¹), on le voit bientôt prendre une couleur violette : de l'acétylène se dégage lentement, et la liqueur toujours incolore renferme de l'acide chlorhydrique libre.

» Au bout de quelques heures, le cristal, peu ou pas déformé, se trouve constitué par un noyau non attaqué de $C^2H^2.Cu^2Cl^2$ que recouvre une croûte violette plus ou moins épaisse. La transformation n'est complète qu'après plusieurs jours de contact avec l'eau.

» En versant dans un excès d'eau, soit l'eau-mère des cristaux de $C^2H^2.Cu^2Cl^2$, soit une solution, saturée d'acétylène, de Cu^2Cl^2 dans l'acide chlorhydrique, la décomposition par l'eau de la combinaison cuivreuse d'acétylène est immédiate et l'on obtient un précipité violet, floconneux et abondant.

» Dans les deux cas, tout le cuivre reste fixé à l'état de combinaison cuivreuse, mais tout le chlore ne passe pas à l'état d'acide chlorhydrique.

» Pour étudier ce nouveau corps, trois procédés seraient, semble-t-il, applicables :

» I. Dans une éprouvette graduée et remplie de mercure, introduire un poids connu de cristaux de $C^2H^2.Cu^2Cl^2$, puis de l'eau privée d'air. Mesurer le C^2H^2 dégagé, en tenant compte de la solubilité dans l'eau ; doser l'acide chlorhydrique résultant de la réaction, lorsque celle-ci est terminée. De ces deux opérations, déduire la composition du résidu.

» Les résultats fournis par ce premier procédé sont inexacts : il y a incertitude sur le volume de l'acétylène dégagé et sur le poids de l'acide chlorhydrique libre, car la présence de l'acide chlorhydrique limite la décomposition.

» En effet, une partie de l'acide chlorhydrique formé, réagissant sur Cu^2O qui a pris naissance en même temps que lui, le fait repasser à l'état de Cu^2Cl^2; celui-ci, dissous dans une autre portion de l'acide chlorhydrique, absorbe de l'acétylène et tend à reformer le corps Cu^2Cl^2,C^2H^2. Dans ces circonstances, le volume de C^2H^2 recueilli dans l'éprouvette représente environ le $\frac{1}{10}$ du volume total contenu dans les cristaux.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 25 juin 1898.

» II. Recueillir le précipité formé par l'action de l'eau en excès sur une solution, saturée d'acétylène, de Cu^2Cl^2 dans l'acide chlorhydrique. Le laver, le sécher et y doser simultanément le cuivre, le chlore et l'acétylène.

» Mais les lavages et la dessiccation, dans une atmosphère d'acide carbonique, d'un précipité ténu et très volumineux, sont des opérations longues et difficiles pour être complètes. Aussi ai-je donné la préférence au troisième procédé.

» III. Introduire un poids quelconque de cristaux de $C^2H^2.Cu^2Cl^2$ avec un grand excès d'eau privée d'air et saturée d'acide carbonique, dans un ballon muni d'un tube abducteur plongeant dans du mercure, pour éviter les rentrées d'air.

» Suivre la marche progressive de la transformation, en prélevant de temps en temps des cristaux, parmi les plus gros, dont on examine la section à l'aide d'une forte loupe. Lorsque cette section est d'un violet uniforme, décanter l'eau, laver les cristaux à l'alcool absolu et à l'éther anhydre, les sécher sur du chlorure de calcium dans une atmosphère d'acide carbonique.

» La composition de ce nouveau corps a été obtenue en dosant ([1]) : 1° l'acétylène en volume, en le dégageant par l'acide chlorhydrique concentré, dans un appareil d'abord rempli de CO^2; 2° le cuivre par électrolyse, dans une liqueur le contenant à l'état de sulfate; 3° le chlore par la chaux ou par l'ammoniaque qui, à l'ébullition, enlève tout le chlore (le chlorure d'ammonium est ensuite transformé par la potasse en chlorure de potassium). Il répond à la formule $C^2H^2.Cu^2Cl^2.Cu^2O$.

» Il contient, en effet :

	Cu pour 100.	Cl pour 100.	C^2H^2 pour 100 en vol.
Nombres théoriques........	69	19,4	6115cc
» trouvés..........	68,7	18,8	5982

» Il prendrait naissance par la réaction

$$2(C^2H^2Cu^2Cl^2) + H^2O = C^2H^2.Cu^2Cl^2.Cu^2O + C^2H^2 + 2HCl. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthane-dipyrocatéchine.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« Poursuivant l'étude des éthers-oxydes et acétals de la pyrocatéchine, j'ai été conduit à m'occuper successivement de l'action du bibromure et du tétrabromure d'acétylène sur la pyrocatéchine en présence des alcalis.

([1]) Procédés employés pour le corps $C^2H^2.Cu^2Cl^2$.

» Le bibromure d'acétylène $C^2H^2Br^2$ est violemment attaqué à chaud par la solution potassique, aqueuse ou alcoolique, de pyrocatéchine. Cette solution agit comme le ferait celle d'un alcali caustique ; il y a dégagement d'acétylène bromé C^2HBr, qui prend feu spontanément à l'air, et l'éthène-pyrocatéchine $C^6H^4O^2 = C^2H^2$, qui aurait normalement dû prendre naissance, ne se forme pas dans cette réaction.

» Le tétrabromure d'acétylène $C^2H^2Br^4$, au contraire, fournit un produit de condensation très bien défini avec la pyrocatéchine.

» On ajoute peu à peu le tétrabromure (1 mol.) à un mélange de pyrocatéchine (2 mol.), de potasse (4 mol.) et d'eau ($\frac{1}{4}$ environ du poids de potasse), agité sans cesse et maintenu à une température voisine de 60°. La réaction est très vive; il se dégage du gaz en abondance. On chauffe finalement à reflux au bain d'huile pendant quatre heures. La masse refroidie est alors additionnée d'un excès de lessive de potasse ou de soude, et soumise à l'action d'un courant de vapeur d'eau. Les divers composés phénoliques restent dans la solution alcaline, et une substance huileuse, neutre, s'entraîne lentement et va se condenser dans le réfrigérant sous la forme de masses blanches, complètement insolubles dans l'eau.

» Le produit cristallise dans l'alcool en feuillets minces, légers, fondant à 88°-89°.

» Sa composition centésimale concorde avec la formule $C^{14}H^{10}O^4$.

» Son poids moléculaire, déterminé par la cryoscopie en solution benzénique, a été trouvé égal à 235 (théorie, 242).

» La formule $C^{14}H^{10}H^4$ n'est autre que celle de l'éthane-dipyrocatéchine $C^6H^4O^2 = C^2H^2 = C^6H^4O^2$, qui, dans la réaction du tétrabromure d'acétylène sur la pyrocatéchine dipotassée, a pris naissance conformément à l'équation suivante :

$$\underbrace{2C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix}\right.}_{\text{Pyrocatéchine dipotassée.}} + \underbrace{CHBr^2 - CHBr^2}_{\text{Tétrabromure d'acétylène.}}$$

$$= 4KBr + \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle CH - CH\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle C^6H^4}_{\text{Éthane-dipyrocatéchine (1)}}.$$

(1) C'est arbitrairement que nous adoptons pour l'éthane-dipyrocatéchine cette formule de constitution plus naturelle et plus probable que cette autre également possible: $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O-CH-O\\O-CH-O\end{matrix}\right\rangle C^6H^4$.

» Ce nouveau composé apparaît ainsi comme un produit de condensation normal et régulier du glyoxal et de la pyrocatéchine :

$$\underbrace{2C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.}_{\text{Pyrocatéchine.}} + \underbrace{CHO - CHO}_{\text{Glyoxal.}} = 2H^2O + \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle CH - CH\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle C^6H^4}_{\text{Éthane-dipyrocatéchine.}}.$$

» S'il en est ainsi, l'éthane-dipyrocatéchine, en tant que diacétal glyoxalique de la pyrocatéchine, doit pouvoir être dédoublée par les agents d'hydratation pyrocatéchine et glyoxal.

» En fait, lorsqu'on chauffe à reflux pendant vingt-quatre heures l'éthane-dipyrocatéchine avec de l'acide sulfurique dilué, on trouve bien, dans l'eau d'hydrolyse, de la pyrocatéchine, mais point de glyoxal.

» Par contre, la liqueur acide, en se refroidissant, abandonne des lamelles cristallines qui, après purification, se présentent sous la forme de feuillets blancs, nacrés, légers, fondant à 130°-131°. Ce corps est peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'eau bouillante, soluble dans les alcalis, l'alcool, l'éther, l'acétone, peu soluble dans le benzène. Ses solutions aqueuses réduisent lentement à froid, immédiatement à chaud, le nitrate d'argent ammoniacal; elles colorent en bleu intense le chlorure ferrique, et la coloration disparaît par l'addition de carbonate de soude.

» Suivant sa composition centésimale et son poids moléculaire, lequel a été déterminé par l'ébullioscopie en solution acétonique (trouvé, 160; calculé, 168), il répond à la formule $C^8H^8O^4$.

» D'après ces données, l'hydrolyse de l'éthane-dipyrocatéchine sera représentée par l'équation suivante :

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle CH - CH\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle C^6H^4 + 2H^2O = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + C^8H^8O^4.$$

» Nous reviendrons, dans une prochaine Note, sur le mécanisme de cette réaction, et nous établirons la constitution chimique du composé $C^8H^8O^4$. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'élimination des chlorures chez les rachitiques* (¹).
Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« Après avoir étudié l'élimination de la chaux, de la magnésie et du soufre, chez les rachitiques, et avoir montré que, chez 28 pour 100 des malades examinés, la perte en chaux devait être considérée comme la cause de leur rachitisme (²), j'ai étudié l'élimination des chlorures.

» Pour doser le chlore, aussi exactement que possible, j'ai dû détruire les pigments qui s'étaient précipités avec le chlorure d'argent; à cette fin, j'ai employé la méthode que j'ai fait connaître en 1896, et qui est publiée dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*. J'ai pesé un chlorure d'argent bien pur, et j'ai trouvé ainsi la série des nombres suivants :

	Quantités d'urine employées.	Proportion de chlorures par litre.
	cc	gr
I	25	12,14
II	50	11,76
III	25	11,40
IV	50	11,25
V	100	11,22

» L'élimination des chlorures, on le voit, est très considérable chez les enfants rachitiques; les urologistes admettent, en effet, chez l'homme fait, une proportion d'environ 12^{gr} de chlorures par litre.

» Si l'on considère l'importance du rôle des chlorures dans l'économie, on se rend compte de l'état d'affaiblissement dans lequel se trouvent les rachitiques. Tout concourt d'ailleurs à en faire des anémiques, d'abord la perte exagérée de chaux, puis celle du chlore; enfin, il faut mettre aussi en ligne de compte le ralentissement de la nutrition et des oxydations, marqué par le chiffre peu élevé des sulfates et des phénol-sulfates (*Société de Biologie*, séance du 5 mars 1898). »

(¹) Ces longues recherches ont été faites, dans mon service, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

(²) Cette conclusion a été donnée par M. le Dʳ Baumel et par moi, au Congrès de Moscou (août 1897) et à la Société de Biologie (4 décembre 1897).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Absorption des liquides par les textiles.* Note de M. **Léo Vignon**.

« Les textiles doivent être considérés comme des corps solides pour lesquels le rapport de la surface au volume est représenté par un nombre très grand.

» En envisageant, en effet, comme des cylindres les filaments élémentaires de coton, de laine, de soie, on a, pour le rapport de la surface au volume,

$$\frac{\text{surface}}{\text{volume}} = \frac{2}{r} + \frac{2}{h},$$

h étant la longueur du filament considéré, r le rayon de base du cylindre.

» Les valeurs moyennes de r pour les différents textiles sont :

Coton	$r = 0^{mm},010$
Laine	$r = 0,017$
Soie.................................	$r = 0,015$

» Pour des cylindres de hauteur $h = 1^{m}$, on aura

	Valeur du rapport $\frac{\text{surface}}{\text{volume}}$.
Coton	$\frac{2}{0^{mm},010} + 2 = 200002$
Laine....................	$\frac{2}{0^{mm},017} + 2 = 117643$
Soie......................	$\frac{2}{0^{mm},015} + 2 = 133335$

tandis qu'un cylindre de soie, par exemple, de hauteur 1 et de diamètre 1, donnerait, pour la valeur du rapport $\frac{\text{surface}}{\text{volume}}$,

$$\frac{2}{0,5} + \frac{2}{1} = 3.$$

» Il résulte de là que les textiles, à cause du très grand développement de leur surface par rapport à leur volume absolu, doivent se comporter comme des corps poreux. Ils manifestent, en effet, pour les gaz et pour les liquides un pouvoir absorbant comparable à celui des corps poreux.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques expériences relatives à l'absorption des liquides par les textiles.

» *Absorption de l'eau et de l'alcool.* — Des poids déterminés et différents de textiles ont été immergés à la température ordinaire dans divers liquides, jusqu'à complète imbibition ; puis, ces textiles ont été retirés, égouttés par la simple action de la pesanteur, sans être soumis à aucune pression, et pesés de nouveau. J'ai obtenu les résultats suivants :

		Poids primitifs.	Augmentation de poids après absorption.	Absorption pour 100 de textile.
		gr	gr	
Eau	Coton	1,000	4,95	495
	»	0,483	2,38	492
	»	3,240	15,93	491
	Laine	1,000	5,61	561
	»	0,500	2,80	558
	»	3,190	17,96	563
	Soie décreusée	1,000	5,71	571
	»	0,555	3,18	572
	»	2,950	16,90	572
Alcool à 93°	Coton	3,0	15,33	511
	»	1,0	5,12	512
	»	0,5	2,58	516
	Laine	3,0	20,05	668
	»	1,0	6,68	668
	»	0,5	3,36	672
	Soie	3,0	20,21	673
	»	1,0	6,72	672
	»	0,5	3,38	676

» Les quantités absorbées sont constantes pour chaque textile, quel que soit son poids, à 1 pour 100 près environ.

» La soie a le pouvoir absorbant le plus fort, celui de la laine est à peine inférieur à celui de la soie, le coton a un pouvoir absorbant notablement moins fort. L'alcool à 93° est absorbé en quantité plus grande que l'eau.

» Il résulte de ces déterminations : 1° que les textiles absorbent les liquides en quantités considérables et proportionnelles à leur poids ; 2° qu'il existe, pour chaque textile et chaque liquide, de véritables coefficients d'absorption.

Rapport entre la densité des liquides et leur absorption.

	Absorption pour 100 de textile.		
	Soie décreusée.	Laine.	Coton.
Eau	574	559	497
Alcool à 93°	683	675	514
Benzine	592	571	506
Eau + 10 pour 100 HCl à 22° Bé	575	592	482
Eau + 10 pour 100 AzH^3 à 20° Bé	586	588	509
Solutions de NaCl : Densité 1,066	613	597	522
» » 1,130	648	630	551
» » 1,200	680	660	580

» La soie absorbe plus que la laine; l'absorption du coton est la plus faible.

» Les absorptions ne sont pas proportionnelles aux densités, pour des liquides différents. Mais, pour les solutions aqueuses de chlorure de sodium, les poids de liquides absorbés sont sensiblement proportionnels aux densités. On a, en effet :

	Soie décreusée.		Laine.		Coton.	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
Eau.....................	—	574	—	559	—	497
Solutions NaCl : D = 1,066.	611	613	595	597	529	522
» D = 1,130.	648	648	630	630	561	551
» D = 1,200.	688	680	670	660	596	580

Absorption par la soie décreusée de divers liquides.

Aniline........	781-793 pour 100	Huile d'olive....	1195 pour 100
Nitrobenzine...	810-821 »	Glycérine.......	1611 »

Pouvoir absorbant des éponges pour l'eau.

Éponge fine.......................	3225-3249 pour 100
» grossière..................	615- 638 »

» *Résumé.* — Les textiles ont, pour chaque liquide, des pouvoirs absorbants spécifiques. La soie possède le pouvoir absorbant le plus considérable; la laine vient ensuite, avec un pouvoir absorbant presque égal; le coton manifeste un pouvoir absorbant moins fort. Physiquement, les textiles doivent être considérés comme des corps poreux; leur pouvoir absorbant pour l'eau est à peu près égal à celui d'une éponge grossière.

» En rapprochant ces résultats de ceux que j'ai obtenus dans l'étude des fonctions chimiques des textiles, on est amené à considérer les textiles comme des corps poreux, doués de fonctions chimiques déterminées. Cette définition est utile pour l'étude des phénomènes de teinture et d'impression. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'hématozoaire du goitre.* Note de M. le Dr E. Grasset, présentée par M. Brouardel.

« Le Puy-de-Dôme est depuis longtemps classé parmi les départements qui comptent le plus de goitreux; au milieu de communes indemnes, on rencontre d'autres communes où le goitre constitue une véritable endémie, où chaque année de nombreux conscrits sont réformés pour ce motif, où enfin les étrangers nouvellement arrivés sont fréquemment atteints. Depuis

plus de dix ans que nous exerçons la médecine dans ce foyer de goitre, et plus spécialement dans la zone qui comprend les communes de Mozat, Marsat, Riom, Volvic et Saint-Genest-l'Enfant, nous avons apporté un soin spécial à l'examen des goitreux. L'étude des cas récents offre surtout un grand intérêt. Nous avons vu le goitre se manifester à la suite des règles, de l'accouchement, d'une émotion violente, d'un refroidissement; des faits semblables ont été signalés depuis longtemps; mais nous avons vu maintes fois (ceci est moins connu) l'apparition du goitre suivre de quelques jours une fièvre légère, une courbature, un embarras gastrique.

» Nous avons conclu de ces divers faits que le goitre n'est pas une maladie locale, mais bien une maladie générale avec un symptôme dominant, la *grosse thyroïde*. De même que la *grosse rate* est considérée comme une des caractéristiques du paludisme, de même nous pensons que la *grosse thyroïde* est le symptôme capital de l'affection générale appelée jusqu'ici *goitre*. Le parallèle entre le goitre et le paludisme est, d'ailleurs, assez curieux : chacune de ces affections a une répartition géographique spéciale; chacune d'elles intéresse une glande à sécrétion interne (thyroïde, rate); enfin leur degré extrême est une cachexie, dans un cas le crétinisme, dans l'autre la cachexie paludéenne.

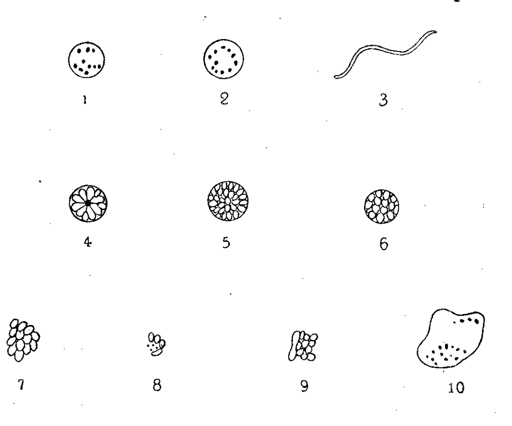
» Après avoir admis en principe la nature infectieuse du goitre, nos recherches ont porté sur l'agent initial de cette maladie. En 1897, nous avons commencé à examiner le sang des goitreux; dans les cas de goitre ancien, nous n'avons trouvé aucun élément anormal; mais chez huit personnes, six femmes et deux hommes, qui déclaraient que leur goitre datait de dix à quinze jours seulement, nous avons trouvé des éléments parasitaires, que nous reproduisons dans la Planche ci-jointe.

» Ce sont des corps sphériques plus gros que des hématies, sans noyaux et contenant des grains de pigment rouge (1 et 2); un flagellum libre, agité, autour duquel les hématies sont animées de mouvements rapides et désordonnés; sa longueur est d'environ quatre fois le diamètre d'une hématie (3); des corps segmentés, agglomérés ou dissociés, entre lesquels on remarque quelquefois des grains de pigment rouge (4, 5, 6, 7, 8, 9); enfin un corps à contours irréguliers, sans noyaux, renfermant des grains de pigment rouge irrégulièrement groupés (10).

» Dans tous les cas, nous avons examiné le sang frais, recueilli, avec les précautions usuelles, par piqûre de la pulpe d'un doigt.

» Ces divers éléments rappellent les hématozoaires du paludisme de M. Laveran; ils en diffèrent surtout par la coloration rouge brique des

grains de pigment et aussi par l'absence de corps en croissant. Nous ajouterons d'ailleurs qu'aucun de nos goitreux n'était paludéen; aucun d'eux n'a présenté, depuis l'examen, d'accident attribuable au paludisme. On peut aussi rapprocher les éléments parasitaires que nous décrivons des



Gross! 600 diamètre environ.

HEMATOZOAIRE DU GOITRE

1, 2. Corps sphériques sans noyaux, contenant des grains de pigment rouge.
3. Flagellum libre.
4, 5, 6. Corps segmentés agglomérés.
7, 8. Mêmes éléments dissociés.
9. Mêmes éléments accolés à une hématie.
10. Corps à contours irréguliers, sans noyaux, renfermant des grains de pigment rouge irrégulièrement groupés.

hématozoaires que M. Danilewsky et d'autres auteurs ont trouvés dans le sang d'oiseaux, de tortues et d'autres animaux offrant les apparences extérieures de la santé.

» Tels sont les résultats que nous a fournis l'examen du sang dans huit cas de goitre récent. L'existence d'un hématozoaire du goitre, voisin de celui du paludisme, vient confirmer l'hypothèse des observateurs qui soupçonnaient la nature infectieuse de cette affection. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les fonctions du pancréas chez les Squales.* Note de M. **Émile Yung**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le suc pancréatique des Squales agit-il sur les albuminoïdes? Au cours de recherches faites au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff,

sur la digestion chez les Squales, j'ai vainement tenté de recueillir au moyen d'une fistule le suc pancréatique pur sur l'animal vivant; l'étroitesse et la fragilité du canal de la glande s'y opposent. En revanche, l'abondance des individus d'une même espèce (principalement *Scyllium catulus* et *Lamna cornubica*) m'a permis de préparer, par trituration dans l'eau et la glycérine, des quantités relativement considérables d'extrait du pancréas lui-même, pris à l'état frais sur des Poissons en pleine digestion, et de constater que tantôt la fibrine y demeure intacte, tantôt au contraire elle s'y dissout plus ou moins rapidement. Dans ce dernier cas, elle est transformée d'abord en protéoses, puis en peptone, comme cela se passe chez les animaux supérieurs.

» Le pancréas des Squales qui, en tout temps, produit des ferments dissolvant l'amidon et émulsionnant les graisses, engendre donc aussi un enzyme digérant la fibrine; seulement cet enzyme, analogue en cela au zymogène de Heidenhain, ne paraît devenir actif que sous certaines influences intermittentes et encore mal déterminées. Telle est la raison qui explique les résultats contradictoires obtenus par Krukenberg, qui affirme la présence de la trypsine dans le pancréas des Squales, et par Ch. Richet qui la met en doute, n'ayant pu constater aucune action de cette glande sur les matières azotées.

» Parmi les agents qui confèrent, à l'extrait pancréatique, la faculté de digérer les albuminoïdes, j'ai trouvé que le plus efficace est contenu dans le tissu de la rate. Il suffit en effet de broyer avec le pancréas un petit morceau de la rate (laquelle chez les Squales confine au pancréas) pour obtenir un suc dissolvant l'albumine et la fibrine en milieu alcalin. J'ignore quel est le mécanisme de cette influence de la rate sur le pancréas; il est possible que la rate produise une substance nécessaire à la genèse de la trypsine; mes recherches n'ont pas été poussées dans cette direction. Mais aujourd'hui que la théorie de Schiff et Herzen, sur le rôle de la rate dans la digestion pancréatique chez le chien et chez l'homme, est de nouveau discutée par les physiologistes, il me paraît intéressant de signaler l'existence chez les Poissons d'un état de choses semblable à celui découvert, par ces savants, chez les Mammifères. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement et la structure de la larve de quelques Bryozoaires chéilostomes* ([1]). Note de M. **Louis Calvet**, présentée par M. Milne-Edwards.

« L'histoire de l'embryologie des Bryozoaires présente encore quelques lacunes. Les différents auteurs ne sont pas toujours d'accord sur l'origine et la structure des organes larvaires; le système neuro-musculaire, décrit par Prouho chez le *Cyphonautes compressus*, a passé inaperçu dans toutes les autres larves de Chéilostomes où, cependant, son existence me paraît être constante.

» Mes observations se rapportent aux espèces suivantes : *Bugula aricularia* L., *B. flabellata* Th., *B. neritina* L., *B. turbinata* Ald., *Scrupocellaria reptans* L., *S. scruposa* L., *Caberea Boryi* Aud., *Flustra securifrons* Pall., *Cellaria salicornioïdes* Laux., *C. fistulosa* L., *Chorizopora Brongniartii* Aud., *Microporella Malusii* Aud., *M. ciliata* Pall., *Lepralia Pallasiana* Moll., *L. pertusa* Esper.

» Les processus embryogéniques montrent un très grand caractère d'uniformité à travers ces quelques espèces, toutes vivipares. Les différences sont d'ordre tout à fait secondaire et ne se présentent que dans les dernières phases embryonnaires, alors que la larve acquiert sa morphologie définitive.

» La segmentation, totale et égale jusqu'au stade de trente-deux blastomères, aboutit à la formation d'une *blastula*, à blastocèle toujours réduit, suivant le mode bien connu depuis les remarquables travaux de Barrois. La blastule se transforme en une *gastrula épibolique* (divers auteurs, *sterrogastrula* de Laug.), par pénétration dans la cavité de segmentation de quatre initiales endodermiques; celles-ci ne tardent pas à se segmenter et forment un massif cellulaire, dépourvu de cavité entérique, dans lequel aucune différenciation morphologique n'indique la présence d'initiales mésodermiques. Surviennent alors les modifications ayant pour résultat la formation de la *couronne* ([2]). Des deux rangées cellulaires ectodermiques qui constituent l'épaississement annulaire séparant le pôle oral du pôle aboral de l'embryon, c'est la rangée inférieure ou orale qui forme la couronne.

([1]) Travail fait à la Station zoologique de Cette.

([2]) Afin d'éviter toute confusion, j'emploierai autant que possible la terminologie adoptée par Barrois [*Mém. sur la métam. de quelques Bryozoaires* (*Ann. Sc. nat.*, 1886)].

» Pendant que s'opèrent ces dernières transformations, l'ectoderme, qui a multiplié ses éléments, forme dans la région aborale un épaississement, l'ébauche de la *calotte*. Les cellules centrales de ce massif lenticulaire se renflent et émettent des prolongements internes; elles se colorent mal et possèdent tous les caractères des cellules nerveuses. Le *sillon palléal* se creuse autour de cet épaississement, individualisant ainsi la calotte, dont la structure montre une partie centrale, à cellules renflées et pourvues de prolongements internes, l'*organe central du système nerveux larvaire,* entourée d'un manchon cellulaire formé de plusieurs assises d'éléments fusiformes, se disposant en séries radiaires autour de l'organe central.

» En même temps, une invagination de l'ectoderme oral, successive à un aplatissement de la face orale, a produit le *sac interne,* dont l'orifice s'est oblitéré par le rapprochement des lèvres, sans cependant disparaître. Deux dépressions, séparées par un faible intervalle et situées sur un même méridien, s'effectuent à la périphérie de l'ectoderme oral, accompagnées d'une différenciation des cellules ectodermiques en glandes unicellulaires. Telle est l'origine double de l'*organe glandulaire* qui, conformément à l'opinion de Vigelius pour *Bugula calathus,* et contrairement à l'opinion de Barrois et de Repiachoff, n'est pas une production de la masse vitelline interne, mais bien une simple modification des cellules ectodermiques. Toutefois, Vigelius signale un organe glandulaire simple; or, il y a, dans toutes nos espèces, deux systèmes glandulaires distincts : l'un, inférieur, prenant ultérieurement une forme trilobée, aboutit à la dépression inférieure qui devient la *fente ciliée;* l'autre, supérieur, reste simple et déverse sa sécrétion daus la dépression supérieure, homologue de la *fossette antérieure* de la larve de *Flustrella hispida* (Prouho).

» Les phénomènes précédents vont s'accentuant désormais de manière à donner à l'embryon la structure larvaire définitive.

» Les cellules de la couronne, recouvertes d'une fine cuticule portant des cils vibratiles, se multiplient par des divisions méridiennes, s'accroissent inégalement en hauteur, donnant ainsi les différentes formes sous lesquelles se présentent les larves libres.

» La calotte se revêt elle-même d'une mince cuticule sur laquelle se trouvent implantés des cils raides, non vibratiles, à peu près également répartis sur toute sa surface, mais beaucoup plus grêles au centre qu'à la périphérie. Les prolongements internes des cellules de l'organe nerveux central s'étendent de proche en proche et forment deux faisceaux fibrillaires nerveux atteignant l'ectoderme au niveau inférieur de la région glandulaire. Là, les fibres constituent un plexus sous-ectodermique et fournissent ensuite trois nouveaux faisceaux : deux d'entre eux gagnent les faces latérales et aboutissent aux taches pigmentaires; le troisième se rend au sac interne. Quelques fibres musculaires, non striées, et quelques rares cellules nerveuses à prolongements se montrent en compagnie des fibrilles nerveuses. Ce système cellulo-fibrillaire mérite donc bien le nom de *système neuro-musculaire* sous lequel je l'ai désigné au début de cette Note.

» Le sac interne, formé par un épithélium palissadique, à éléments très allongés, présente des formes différentes suivant l'espèce considérée. Ainsi que l'a déjà fait remarquer Barrois, ces variations sont dues au mode d'invagination de la paroi profonde du sac à l'intérieur de la cavité de ce dernier.

» La cavité générale, exception faite pour les organes déjà signalés, est à peu près entièrement occupée par les cellules endodermiques, qui, encore chargées de leurs granulations vitellines, ont conservé leurs caractères embryonnaires primitifs. Toutefois, il existe une formation tardive, méconnue des auteurs, et désignée par Prouho sous le nom d'*épaississement mésodermique* dans la larve d'un Cténostome (*Flustrella hispida*). Cet épaississement, constant dans toutes nos larves, apparaît par différenciation progressive des éléments endodermiques situés immédiatement au-dessous de la calotte; il forme un disque cellulaire, sous-jacent à la calotte, livrant passage dans son centre aux faisceaux fibrillaires neuro-musculaires, et dont les éléments les plus voisins de la calotte émettent des prolongements se fusionnant à ceux des cellules profondes de cette dernière. Au moment de l'éclosion de la larve, quelques cellules amœboïdes, dépourvues de granulations vitellines, sont, avec l'épaississement mésodermique, les premiers représentants du mésoderme.

» La larve, ayant atteint son développement complet, gagne le milieu extérieur où s'écoule son existence libre, généralement de courte durée. Quelques-unes des larves étudiées n'ont pas encore été décrites; leurs caractères spécifiques trouveront leur place dans un travail plus étendu.

» Telles sont, très sommairement décrites, les observations qu'il m'a été permis de faire sur le développement et la structure de la larve de quelques Bryozoaires du groupe des Chéilostomes. On peut en déduire les conclusions suivantes :

» 1° L'endoderme conserve ses caractères embryonnaires primitifs, ses caractères de protendoderme, pendant toute la durée du développement larvaire;

» 2° Le mésoderme, contrairement à l'observation de Barrois (*Lepralia unicornis*), fait son apparition très tardivement; il ne se différencie que peu de temps avant l'éclosion de la larve;

» 3° La présence, dans les larves vivipares, d'un système neuro-musculaire, en tout comparable à celui du *Cyphonautes compressus* et des larves de Cténostomes (*Flustrellidæ Alcyonididæ*), resserre les homologies existant entre les larves ovipares et vivipares; le tube digestif, seul, fait défaut chez les larves vivipares, où sa disparition doit être considérée comme une conséquence de la viviparité, ainsi que l'a déjà indiqué Prouho;

» 4° Enfin l'existence d'un épaississement mésodermique complète les homologies que présentent entre elles les larves de Chéilostomes et celles de Cténostomes (*Flustrellidæ*).

» Dans une prochaine Note, je m'occuperai du rôle des différents organes larvaires dans la métamorphose et j'essayerai d'apporter quelque lumière sur la question si controversée de l'origine du polypide. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 JUILLET 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Septième série. Tome IV. Juillet 1898. Paris. Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Les Actualités chimiques. Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée, publiée sous la direction de M. CHARLES FRIEDEL, de l'Institut. Rédacteur : M. GEORGE.-F. JAUBERT, Docteur ès Sciences. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. N° 4. Avril 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-4°.

L'heure décimale et la division de la circonférence, par HENRI DE SARRAUTON. Note de M. ADOLPHE CARNOT, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut. Paris, B. Bernard et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Les troupes coloniales, hygiène du soldat sous les tropiques, par F. BUROT et M. A. LEGRAND. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brouardel.)

Le canal d'irrigation du Rhône et les eaux de Nîmes, de Paris et de Londres, par ARISTIDE DUMONT, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, etc. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 vol. in-4° avec atlas. (Présenté par M. Faye.)

Coups de plume variés d'un enfant de la Balagne, par ROMULUS CARLI. Première Partie. Bastia, 1896; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Juillet 1898. Paris, impr. Ch. Bivort; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'observatoire physique central, publiées par M. RYKATCHEW, Membre de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, etc. Année 1896. 1re et 2e Partie. Saint-Pétersbourg, 1897; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUILLET 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur la décomposition de l'acide azotique par la chaleur, à des températures peu élevées.* Note de M. **Berthelot**.

« Ayant entrepris d'étudier les réactions produites par les énergies lumineuses, j'ai été conduit à approfondir celles de l'acide azotique et j'ai dû examiner d'abord comment la décomposition de ce corps par la chaleur seule s'effectue, à partir de quelles limites de température et de concentration; ce sont là des questions intéressantes en soi, pour l'étude des problèmes généraux de la Mécanique chimique. Je crois utile d'en signaler les résultats, afin de mieux définir les faits observés sous l'influence de la lumière. En effet, les expériences que je vais décrire ont été faites en l'absence de la lumière, je veux dire dans l'obscurité, les tubes étant

maintenus dans une chambre noire, ou bien entourés d'enveloppes qui les préservaient des actions lumineuses.

» 1. Un tube scellé, d'une capacité égale à 26^{cc}, renfermant une ampoule contenant $1^{gr},52$ d'acide azotique pur, AzO^3H, a été vidé d'air, avec la trompe à mercure, puis scellé. On a brisé l'ampoule et laissé le tube dans l'obscurité pendant vingt-quatre jours, à la température du laboratoire. Au bout de ce temps, on a ouvert le tube sur l'eau. Aucun gaz ne s'y était formé. L'acide était demeuré très sensiblement incolore.

» 2. Même expérience avec $0^{gr},98$ d'acide. Deux mois dans l'obscurité. Même résultat négatif.

» Il résulte de ces expériences que l'acide azotique pur ne se décompose pas à la température ordinaire, dans l'obscurité, pendant une durée de deux mois. Mais c'est là une question de température; en effet, si l'on maintient cet acide à 100°, dans l'obscurité, il se décompose peu à peu.

» 3. En opérant avec $1^{gr},52$ d'acide pur, dans un tube scellé et vide (28^{cc}), il s'est produit du peroxyde d'azote et de l'oxygène; le volume de ce dernier, recueilli en ouvrant le tube sur l'eau après refroidissement, s'élevait à 18^{cc}. Il ne s'était produit ni azote, ni protoxyde d'azote. Quant au bioxyde, il ne saurait exister en présence de l'oxygène libre.

» 4. Une autre expérience faite sur le même poids d'acide, dans un tube scellé (37^{cc}), où l'on a fait le vide et que l'on a chauffé à 100° pendant vingt heures, a fourni les mêmes produits; le volume de l'oxygène recueilli s'élevant à $28^{cc},0$.

» On voit que la décomposition s'est accrue avec le temps; mais dans une lente proportion, en suivant une progression décroissante, et sans qu'on soit assuré d'avoir atteint la limite.

» 5 et 6. J'ai également opéré avec un acide plus hydraté, tel qu'il est employé dans la pratique des laboratoires. L'acide mis en œuvre avait pour densité 1,333; soit $AzO^3H + 2,7\,H^2O$.

» Des poids connus de cet acide ($0^{gr},923$ et $0^{gr},737$) ont été disposés dans deux tubes vides, d'une capacité voisine de 30^{cc}. L'un a été chauffé à 100° pendant une heure, l'autre pendant seize heures. Il s'est produit dans chacun d'eux seulement des traces de vapeur nitreuse, et un volume d'oxygène libre, inférieur au millième de la capacité des tubes. La décomposition de l'acide employé était donc très petite dans ces conditions.

» D'après ces données, l'acide azotique pur est décomposé à 100°, suivant l'équation

$$2\,AzO^3H = 2\,AzO^2 + O + H^2O.$$

» Mais la décomposition demeure incomplète. Une transformation totale aurait dû produire, pour $1^{gr},52$ d'acide, $0^{gr},193$ d'oxygène : soit 150^{cc} environ, dans les conditions de ces expériences; c'est-à-dire que le volume de l'oxygène recueilli après vingt heures répondait seulement à la décomposition d'un cinquième de la matière mise en expérience.

» Cette décomposition ne saurait devenir totale, parce qu'elle forme de l'eau; or, on vient de voir que l'acide étendu n'éprouve qu'une décomposition presque insensible à 100°, les hydrates d'acide azotique étant plus stables que l'acide pur. L'action doit donc se limiter à un certain terme. J'ajouterai que ce terme, tel qu'il a été constaté *après refroidissement*, a été trouvé sensiblement le même, soit que les tubes aient été ouverts au sortir du bain-marie, soit un jour ou deux plus tard : ce qui montre que la réaction inverse, si elle se produit à froid, ne saurait être qu'excessivement lente.

» Cette limitation peut-elle être assimilée à une dissociation, c'est-à-dire à une décomposition exactement réciproque et réversible avec la combinaison, sous l'influence d'un simple refroidissement?

» Pour répondre à cette question, il convient d'observer d'abord que l'oxygène et le peroxyde d'azote purs et anhydres n'ont aucune tendance à se combiner (¹) : la décomposition de l'anhydride Az^2O^5, sous l'influence de la chaleur, en $2AzO^2 + O$, n'est pas réversible.

» D'autre part, si l'on met le peroxyde d'azote pur en présence de l'eau, il donne lieu, suivant les proportions relatives des deux corps qui se rencontrent sur un certain point (²), soit aux acides azotique et azoteux étendus, sans dégagement gazeux,

$$2AzO^2 + nH^2O = AzO^2H + AzO^2H + (n-1)H^2O,$$

soit à de l'acide azotique et à du bioxyde d'azote gazeux

$$3AzO^2 + nH^2O = 2AzO^3H + (n-1)H^2O + AzO.$$

» Ceci posé, supposons que l'on ajoute aux produits de ces réactions de l'oxygène libre : si cet oxygène rencontre de l'acide azoteux dissous, il ne sera absorbé que lentement et pourra être recueilli sur l'eau à peu près en

---

(¹) Si ce n'est sous l'influence de l'effluve électrique, qui forme de l'acide perazotique.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VI, p. 182.

totalité, pourvu que l'on opère rapidement. Mais si l'oxygène rencontre du bioxyde d'azote gazeux, il sera aussitôt changé en peroxyde, susceptible d'être absorbé par l'eau et changé en acides azotique et azoteux étendus. La dose d'oxygène étant supposée suffisante, la totalité du bioxyde d'azote finira par être changée ainsi en acide azotique. La réaction peut être immédiate, dans certaines conditions, lorsque l'on ajoute l'oxygène à un système contenant du bioxyde d'azote et de l'acide azotique; tandis que le système équivalent, contenant de l'acide azoteux étendu, ne sera changé en acide azotique qu'au bout d'un temps considérable.

» Dans tous les cas, la décomposition de l'acide azotique en peroxyde d'azote, oxygène et eau est susceptible d'être rendue réversible par certains artifices et avec le concours d'une grande quantité d'eau. Mais elle ne l'est directement ni par le simple refroidissement du système initial constitué par l'acide azotique pur, lequel ne se reconstitue pas, après avoir éprouvé une certaine décomposition à 100°; ni par l'emploi d'un système initial constitué par l'acide azotique étendu, lequel ne se décompose pas sensiblement à 100°.

» La réversibilité n'existe que pour certains cycles de transformations plus compliqués, tels que le suivant. Envisageons un système initial, acide azotique étendu,

$$AzO^3H + nH^2O;$$

nous pouvons en séparer, par quelque artifice, l'eau et l'acide azotique pur. Cela fait, on décomposera ce dernier par la chaleur en peroxyde d'azote, oxygène et eau (opération nécessairement incomplète à 100°, à cause de la dilution progressive de l'acide indécomposé, par l'eau formée aux dépens de la portion décomposée). Puis replaçons le dernier système en présence des nH^2O primitivement séparés, en opérant dans les conditions où le peroxyde d'azote, l'oxygène et l'eau régénèrent soit immédiatement, soit lentement de l'acide azotique étendu.

» Il est clair que c'est là une succession de conditions, dans lesquelles les composants du système initial ne demeurent pas en présence pendant toute la série des opérations accomplies dans un même espace clos. On ne saurait donc envisager la décomposition de l'acide azotique pur par la chaleur comme une simple dissociation réversible par refroidissement.

» Pour achever de définir les phénomènes, il convient de le faire au point de vue thermochimique.

» L'équation ci-dessus, rapportée aux corps pris à la température ordinaire,

(1) $2AzO^3H$ liq. $= 2AzO^2$ liq. $+ O + H^2O$ liq. absorberait....... $-9^{Cal},0$
» $2AzO^2$ gaz.................................. $-17^{Cal},6$

» A 100°, cette absorption s'élèverait à un chiffre voisin de -29^{Cal}.

» Si l'on admettait tous les corps gazeux et AzO^2 amené à sa densité limite (monomoléculaire), l'absorption de chaleur deviendrait -25^{Cal} environ.

» Mais ces chiffres doivent être rectifiés, en raison des actions secondaires exercées par l'eau et le peroxyde d'azote sur l'excès d'acide azotique indécomposé.

» D'après les mesures que j'ai faites à cet égard, 1 molécule d'eau, H^2O, agissant sur un grand excès d'acide azotique, dégage une quantité de chaleur qui varie peu avec cet excès et peut être évaluée à $+4^{Cal},5$.

» De même,

AzO^2 liq. $+ 22,3\ AzO^3H$, à 11°,8, a dégagé............ $+2^{Cal},7$

» Quoique ces chiffres doivent varier avec les proportions relatives, on peut les adopter pour une première évaluation. Par suite, la transformation (1) n'absorberait plus, à la température ordinaire, que $-1^{Cal},8$. Mais c'est là une valeur extrême, une portion de AzO^2 demeurant gazeux dans les tubes, comme on l'aperçoit à première vue. A 100°, si l'on admet AzO^2 entièrement gazeux et représentant 1 molécule; H^2O, d'autre part, étant supposée combinée en présence d'un excès de AzO^3H liquide, l'absorption de chaleur s'élèverait à -13^{Cal}.

» Mêmes conclusions pour la décomposition de l'anhydride azotique, Az^2O^5 :

Az^2O^5 liquide $= 2AzO^2$ liquide $+ O$ absorbe.........	Cal $-1,6$
Az^2O^5 gaz $= 2AzO^2$ gaz $+ O$, à 15°.................	$-2,2$
Az^2O^5 gaz $= 2AzO^2$ gaz (monomoléculaire) $+ O$	-14 env.

» Ces chiffres rendent compte du peu de stabilité de Az^2O^5. Mais il s'agit toujours d'une absorption de chaleur peu considérable, soit pour Az^2O^5, soit pour AzO^3H.

» L'écart serait bien plus grand pour une réaction semblable, qui s'accomplirait avec l'acide étendu : la chaleur de formation de l'acide azotique, sous cet état, surpassant celle de l'acide pur, $2AzO^3H$, de $+7^{Cal},2 \times 2$. Pour l'acide $2(AzO^3H + 2H^2O)$, l'écart serait accru seulement de

$+5^{Cal},8 \times 2$. Ainsi la décomposition de l'acide étendu demeure endothermique et elle absorberait bien plus de chaleur que celle de l'acide pur. On comprend dès lors que l'hydratation accroisse la stabilité de l'acide azotique; c'est ce que confirment les expériences qui précèdent, la décomposition de l'acide

$$AzO^3H + 2,7H^2O$$

étant presque nulle en vase clos, à 100°; c'est-à-dire probablement restreinte aux petites quantités d'acide pur, AzO^3H, résultant de la dissociation des hydrates à cette température et dans ces conditions. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité de l'air, considéré comme mélange gazeux.* Note de **M. E.-H. AMAGAT.**

« A propos de plusieurs Communications intéressantes qui viennent d'être adressées à l'Académie relativement à la loi du mélange des gaz, j'ai pensé qu'il pourrait y avoir quelque intérêt à rappeler et à soumettre au contrôle de mes dernières expériences une remarque que j'avais faite il y a dix-huit ans au sujet de la compressibilité de l'air atmosphérique.

» Dans mon premier Mémoire *Sur la compressibilité des gaz sous de fortes pressions* (*Annales de Chimie et de Physique*, 1880), ayant déterminé, entre autres, jusque vers 400 atmosphères, des isothermes de l'azote, de l'oxygène et de l'air, j'avais eu l'idée d'examiner ce que devient dans ces conditions la loi du mélange des gaz (1); le calcul déduit de mes données expérimentales m'ayant conduit à ce résultat que : sous une pression quelconque, le volume de l'air étant sensiblement la somme de ceux des gaz qui le constituent pris séparément sous la même pression et la même température, j'avais

(1) Il est facile de prévoir que la loi du mélange des gaz ne peut être observée que par des gaz suivant la loi de Mariotte; il suffit pour cela d'examiner le cas d'un gaz unique considéré comme mélange de parties identiques. Si V est le volume de ce gaz sous la pression P, la condition pour qu'il suive la loi en question, c'est que la $n^{ième}$ partie de sa masse occupe seule le volume V sous la pression $\frac{P}{n}$, ce qui revient au même que de dire que la masse totale doit occuper le volume nV sous la même pression $\frac{P}{n}$, c'est-à-dire suivre la loi de Mariotte. Il est bien évident du reste qu'un gaz unique suit la loi des volumes énoncée ci-contre; il y a donc lieu de chercher seulement si un mélange de gaz différents satisfait à la même loi.

exprimé le fait sous cette forme équivalente (*loc. cit.*, p. 384) : *Dans l'air, l'oxygène et l'azote paraissent se comprimer séparément comme s'ils étaient seuls non à la pression qu'ils ont dans le mélange, mais à celle du mélange même; ce fait se vérifie même avec assez d'exactitude*. Ce résultat a été du reste rappelé par M. Daniel Berthelot dans une de ses Notes intéressantes qu'il a publiées récemment sur les gaz.

» Plus tard, M. Leduc, étudiant le même gaz sous des pressions voisines de la pression normale, est arrivé, par des considérations différentes, au même résultat, et l'a proposé comme loi, tout au moins approximative.

» Je viens de refaire le même essai qu'en 1880, en utilisant les données numériques de mon Mémoire de 1890, qui donne pour diverses températures les isothermes des gaz oxygène, azote et air, jusqu'à 3000 atmosphères. Sous ces pressions, les différences des volumes occupés par les masses d'oxygène et d'azote auxquelles se rapportent les Tableaux (cette masse-unité des Tableaux est, pour chaque gaz, celle qui occupe l'unité de volume à zéro sous la pression d'une atmosphère) deviennent relativement très accentuées : les divergences peuvent donc devenir plus sensibles et, par suite, la vérification a plus de portée.

» Le Tableau qui suit est relatif à la température de zéro. La colonne verticale portant l'indication (Az + O) donne, pour cette température, la somme des volumes occupés séparément par l'oxygène et l'azote contenus dans la masse-unité d'air définie ci-dessus, sous la pression correspondante inscrite à la première colonne verticale; la colonne (air) donne le volume de cette même masse d'air dans les mêmes conditions. [Les nombres de la colonne (Az + O) sont donc simplement ceux des Tableaux de l'azote et de l'oxygène à la même pression et à la même température, multipliés, les premiers par 0,79, les seconds par 0,21.]

Pressions en atmosphères.	Volumes (Az + O).	(air).	Erreur relative en volume.
atm 100	0,009 774	0,009 730	+ 0,0045
200	0,005 063	0,005 050	+ 0,0026
300	0,003 664	0,003 658	− 0,0016
400	0,003 034	0,003 036	+ 0,0006
500	0,002 682	0,002 680	+ 0,0008
600	0,002 453	0,002 450	+ 0,0012
700	0,002 292	0,002 291	+ 0,0005
800	0,002 174	0,002 171	+ 0,0014
900	0,002 078	0,002 075	+ 0,0014

Pressions en atmosphères.	Volumes (Az + O).	(air).	Erreur relative en volume.
atm			
1000	0,002 000	0,001 999	+ 0,0005
1200	0,001 881	0,001 883	— 0,0011
1400	0,001 791	0,001 792	— 0,0006
1600	0,001 720	0,001 721	— 0,0006
1800	0,001 659	0,001 662	— 0,0002
2000	0,001 610	0,001 613	— 0,0018
2200	0,001 568	0,001 570	— 0,0013
2400	0,001 533	0,001 534	— 0,0006
2600	0,001 503	0,001 500	+ 0,0002
2800	0,001 476	0,001 469	+ 0,0047
3000	0,001 465	0,001 455	+ 0,0062

» On voit que la concordance des nombres des deux dernières colonnes est très satisfaisante, les différences ne paraissent pas dépasser celles qui peuvent provenir d'incertitudes expérimentales; il faut tenir compte de ce qu'il est impossible, sous ces pressions, d'atteindre une exactitude aussi grande que celle qu'on obtient sans difficulté dans d'autres conditions (la différence pour 3000^{atm} est un peu plus forte, mais le nombre relatif à l'oxygène a été obtenu par extrapolation). On ne saurait donc chercher à déceler ici des divergences de l'ordre de celles dont se sont préoccupés MM. Leduc et Sacerdote dans leurs expériences et M. D. Berthelot dans ses calculs, et, si la concordance *était, dans tous les cas*, vérifiée au degré d'approximation qui précède, elle constituerait déjà un fait très intéressant; mais il faut remarquer que nous sommes dans le cas de gaz très éloignés des conditions critiques, et dont les compressibilités ne sont pas extrêmement différentes quoique, à 3000^{atm}, les volumes de l'unité de masses des Tableaux, pour l'oxygène et l'azote, soient dans le rapport de 127 à 150; on ne saurait donc conclure de ce cas particulier à une loi générale.

» Il faudrait pouvoir suivre le phénomène, dans une région englobant le point critique de l'un des gaz au moins; j'avais autrefois commencé dans ce but l'étude d'un mélange d'acide carbonique et d'azote, mais je n'ai pu continuer ces recherches, ni les reprendre depuis. M. Kuenen, qui a fait un travail intéressant sur la compressibilité de mélanges gazeux, paraît s'être préoccupé surtout du point critique et indépendamment de la compressibilité des gaz constituant les mélanges; la Science est donc à peu près sans données expérimentales sur ce sujet important, dont l'intérêt s'est encore accru dans ces derniers temps par suite de travaux théoriques considérables dus à M. Van der Waals. »

CORRESPONDANCE.

Le **Comité** formé à Malines pour élever une statue à *P.-J. van Beneden* invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de cette statue, qui aura lieu le dimanche 24 juillet.

L'Académie désigne MM. **Ed. Perrier** et **Filhol** pour la représenter à cette cérémonie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce.* Note de M. **Martin Krause**, présentée par M. E. Picard.

« A la fin d'une Note précédente (6 juin 1898), nous avons observé que les considérations se modifient si nous faisons $l=0$. Nous allons traiter ce cas spécial et cela d'abord en nous rattachant à la Note du 23 mai 1898 qui correspond au cas $m=1$.

» I. Le système d'équations différentielles qu'il faut considérer dans ce cas s'écrit

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} - s_2\dfrac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_2^2} - \dfrac{1}{k\lambda\mu}\dfrac{\partial}{\partial u_2}\dfrac{\Im_1^2(v)}{\Im_0^2(v)}\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial u_2} = \varphi_1(-As_1s_2 - Bs_2 + D), \\ s_2\dfrac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} - 2s_2\dfrac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1\partial u_2} - \dfrac{1}{k\lambda\mu}\dfrac{\partial}{\partial u_1}\dfrac{\Im_1^2(v)}{\Im_0^2(v)}\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial u_2} = \varphi_1(-As_2^2 + Cs_2 + Ds_1), \end{cases}$$

où l'on a posé

$$s_1 = z_1 + z_2, \qquad s_2 = z_1z_2, \qquad A = 4r_0, \qquad B = 3(r_1 + r_0t),$$
$$C = 2(r_2 + r_1t + r_0t^2), \qquad D = r_3 + r_2t + r_1t^2 + r_0t^3.$$

» Les cas spéciaux auront lieu si t est une racine de l'équation

$$(2)\quad \begin{cases} t(1-t)(1-k^2t)(1-\lambda^2t)(1-\mu^2t) \\ \quad = r_0t^5 + r_1t^4 + r_2t^3 + r_3t^2 + r_4t = 0. \end{cases}$$

» Par conséquent, nous aurons à distinguer cinq cas différents qui correspondent aux valeurs de t : $0,\ 1,\ \frac{1}{k^2},\ \frac{1}{\lambda^2},\ \frac{1}{\mu^2}$.

» Une intégrale peut respectivement s'écrire sous cette forme :

$$\frac{\vartheta_\alpha(v)}{\vartheta_0(v)} \qquad (\alpha = 1, 2, 3, 4, 5);$$

une autre s'écrit

$$\frac{\vartheta_\alpha(v)}{\vartheta_0(v)} I_\alpha,$$

où nous avons posé

$$(3)\left\{\begin{aligned}
I_1 &= \frac{\partial \log \vartheta_1(v)}{\partial u_1} - \frac{\partial \omega_0}{\partial u_1} - k^2 u_1,\\
I_2 &= \frac{\partial \log \vartheta_2(v)}{\partial u_1} - \frac{\partial \log \vartheta_2(v)}{\partial u_2} - \frac{\partial \omega_2}{\partial u_1} + \frac{\partial \omega_2}{\partial u_2} - \lambda_1^2 \mu_1^2 (k_1^2 u_1 + k^2 u_2),\\
I_3 &= k^2 \frac{\partial \log \vartheta_3(v)}{\partial u_1} - \frac{\partial \log \vartheta_3(v)}{\partial u_2} - k^2 \frac{\partial \omega_0}{\partial u_1} + \frac{\partial \omega_0}{\partial u_2} + \frac{k_1^2 \lambda_k^2 \mu_k^2}{k^2} u_1,\\
I_4 &= \lambda^2 \frac{\partial \log \vartheta_4(v)}{du_1} - \frac{\partial \log \vartheta_4(v)}{du_2} - \lambda^2 \frac{\partial \omega_4}{du_1} + \frac{\partial \omega_4}{du_2} - \lambda_1^2 \mu_\lambda^2 \left(\frac{\lambda_k^2}{\lambda^2} u_1 - k^2 u_2\right),\\
I_5 &= \mu^2 \frac{\partial \log \vartheta_5(v)}{du_1} - \frac{\partial \log \vartheta_5(v)}{\partial u_2} - \mu^2 \frac{\partial \omega_5}{\partial u_1} + \frac{\partial \omega_5}{\partial u_2} + \mu_1^2 \mu_\lambda^2 \left(\frac{\mu_k^2}{\mu^2} u_1 - k^2 u_2\right),\\
\omega_\beta &= \frac{1}{2\vartheta_\beta}\left[\theta''_\beta(u_1)_0 u_1^2 + 2\theta''_\beta(u_1, u_2)_0 u_1 u_2 + \theta''_\beta(u_2)_0 u_2^2\right].
\end{aligned}\right.$$

» Il n'existe pas d'autres cas spéciaux.

» Ces résultats sont complètement analogues à ceux du domaine des fonctions elliptiques qui se trouvent pages 15 et suivantes des célèbres *Applications des fonctions elliptiques* de M. Hermite. En outre, nous renvoyons à une lettre de M. Fuchs à M. Hermite, qui se trouve au Tome LXXXV des *Comptes rendus*.

» II. Nous traitons maintenant le cas $m = 2$. Les grandeurs A, B, C, D s'écrivent

$$(4)\left\{\begin{aligned}
&A = 10 r_0, \qquad B = 8 r_1 - 5 p_1 r_0, \qquad C = 6 r_2 - 4 p_1 r_1 + 4 p_1^2 r_0 - 6 p_2 r_0,\\
&D = 4 r_3 - 3 p_1 r_2 + 3 p_1^2 r_1 - 3 p_1^3 r_0 - 4 p_2 r_1 + 7 p_1 p_2 r_0.
\end{aligned}\right.$$

» La valeur de p_1 reste arbitraire, tandis que p_2 est déterminé par l'équation

$$(5) \qquad r_0 p_1 p_2^2 + (-3 p_1^2 r_0 + 2 p_1 r_0 - r_2) p_1 p_2 - R(-p_1) = 0.$$

» Onze cas spéciaux se présentent. Dans le premier cas, les racines de l'équation

$$G(t) = t^2 + p_1 t + p_2 = 0$$

sont égales entre elles. Alors t satisfait à l'équation biquadratique

$$R'(t) = 0. \tag{6}$$

» Dans ce cas, il y a donc quatre valeurs spéciales de t et autant de valeurs correspondantes de p_1 et p_2 déterminées des équations

$$p_1 = -2t, \qquad p_2 = t^2.$$

» Comme intégrales, nous pouvons choisir les grandeurs

$$\frac{\vartheta_1(v+a)\vartheta_1(v-a)}{\vartheta_0^2(v)} \quad \text{et} \quad \frac{\vartheta_1(v+a)\vartheta_1(v-a)}{\vartheta_0^2(v)} I_t,$$

où l'on a posé

$$(7)\quad \left\{ \begin{aligned} I_t = {} & \frac{\partial \log \vartheta_1(v+a)\vartheta_1(v-a)}{\partial u_1} \\ & - t\frac{\partial \log \vartheta_1(v+a)\vartheta_1(v-a)}{\partial u_2} - 2\frac{\partial \omega_0}{\partial u_1} + 2t\frac{\partial \omega_0}{\partial u_2} + 2c_1 u_1 + 2c_2 u_2, \end{aligned} \right.$$

$$c_1 t^2 = -2R(t) + t(1 - k^2 t),$$
$$c_2 = \lambda^2 \mu^2 t(1 - k^2 t).$$

» Les dix cas qui restent peuvent se ramener au même point de vue.

» L'équation

$$G(t) = 0$$

a deux racines différentes l'une de l'autre, t_α et t_β, qui peuvent prendre successivement les valeurs 0, 1, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{\lambda^2}$, $\frac{1}{\mu^2}$. Cela fait dix cas. Puis il vient

$$p_1 = -t_\alpha - t_\beta, \qquad p_2 = t_\alpha t_\beta.$$

» Deux intégrales des équations différentielles correspondantes s'écrivent

$$\frac{\vartheta_\alpha(v)}{\vartheta_0(v)}\frac{\vartheta_\beta(v)}{\vartheta_0(v)} \quad \text{et} \quad \frac{\vartheta_\alpha(v)}{\vartheta_0(v)}\frac{\vartheta_\beta(v)}{\vartheta_0(v)} I_{\alpha\beta},$$

où l'on a posé

$$I_{\alpha\beta} = c_\alpha I_\alpha + c_\beta I_\beta. \tag{8}$$

c_α et c_β sont des constantes qui se déterminent facilement.

» Il n'existe pas d'autres cas spéciaux.

» Les considérations correspondantes dans la *Théorie des fonctions elliptiques* se trouvent, entre autres, pages 107 et suivantes des *Applications* citées de M. Hermite. »

PHYSIQUE. — *Sur un mode d'entretien du pendule.* Note de M. A. **Guillet**, présentée par M. Lippmann.

« M. Lippmann a conçu et réalisé un pendule entretenu sans perturbation et dont le fonctionnement repose sur la proposition suivante [1] :

» *Si deux impulsions égales sont imprimées au pendule en un même point de sa trajectoire, l'une à la montée et l'autre à la descente, les perturbations qu'elles produisent sont égales et de sens contraire.*

» La perturbation totale est donc rigoureusement nulle, quand même les impulsions n'auraient pas lieu exactement au passage par la verticale.

» J'ai satisfait à ces conditions en produisant les impulsions au moyen des courants d'induction dus à la fermeture et à l'ouverture d'un circuit inducteur; le pendule ouvre et ferme le circuit inducteur, lorsqu'il passe par la verticale dans les deux sens.

» Voici le mécanisme de l'entretien d'un pendule, d'une installation rapide et commode, que j'ai construit et étudié au laboratoire de la Sorbonne.

» Un doigt triangulaire i (*fig.* 1) de faible masse est fixé par son centre de gravité sur le milieu d'un fil d'argent très fin, tendu horizontalement. Il est relié au pendule SL par le fil de cocon qd. A l'aller, lorsque le pendule passe par la verticale en se rendant vers le doigt, celui-ci vient reposer sur une lame de platine α. Le circuit primaire, dont les extrémités aboutissent aux deux pièces isolées s, α, se trouve alors fermé. Le courant inducteur, d'intensité I, développe, en s'établissant dans l'un des circuits d'un petit transformateur B, une quantité d'électricité KI qui s'écoule instantanément à travers la bobine b en produisant une *impulsion attractive* sur l'aimant NS solidaire du pendule. Au retour, le pendule soulève le doigt i à l'instant où il passe par la verticale, la quantité d'électricité KI, induite à l'ouverture du courant inducteur, s'écoulant dans la bobine b dans un sens opposé à celui de l'électricité précédemment induite, produit une *impulsion répulsive* qui favorise encore le mouvement du pendule.

» Pour régler le contact on s'aide d'un téléphone intercalé dans le circuit inducteur, ou dans le circuit induit. *L'équidistance des tops* indique que le courant inducteur est fermé et ouvert à l'instant des passages par la verticale. Pour une amplitude de quelques minutes les levées et les appuis du doigt i doivent se faire nettement. La vis α ou dans d'autres modèles les vis calantes du trépied K qui supporte tout l'appareil permettent de régler le contact.

» Pour faire fonctionner et régler l'appareil dans le vide, ou même dans

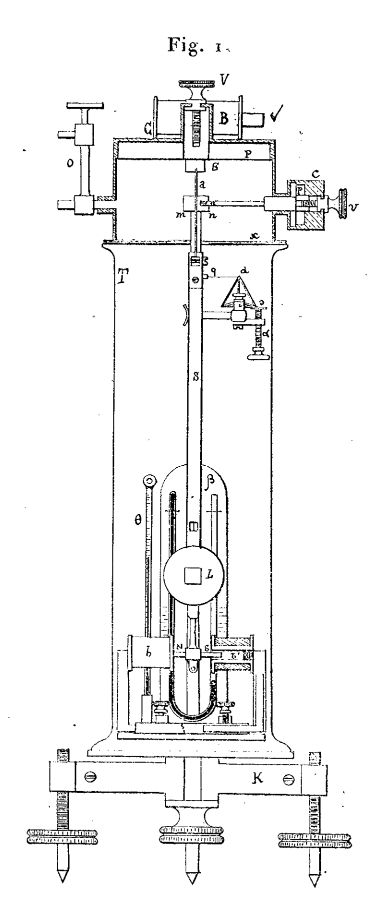
---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. CXXII, séance du 13 janvier 1896.

un gaz quelconque, il faut que l'on puisse agir sur la longueur du pendule sans introduire de l'air dans l'éprouvette. Comme les mouvements de réglage n'ont pas une grande amplitude, on satisfait à cette condition en commandant le pendule et l'étau de suspension par l'intermédiaire de membranes métalliques convenablement fixées et d'un jeu suffisant.

» Le pendule représenté (*fig.* 1) fonctionne dans le vide; il est construit de la manière suivante : la lame de suspension a été fixée à l'extrémité pleine d'un écrou E soudé au milieu d'une membrane P dont les bords sont soudés aux parois du cha-

Fig. 1.



peau C. La vis V qui s'engage dans la partie supérieure de la pièce E permet de faire fléchir la membrane et, par suite, de déplacer le pendule d'environ 15^{mm}. Comme la lame a passé entre les mâchoires *m*, *n* d'un étau, il est facile, en agissant sur la vis *v* qui déplace la pièce *n*, de serrer nettement le ressort *a* après en avoir fait varier micrométriquement la longueur utile. La vis *v* est montée sur la membrane *p* placée à l'intérieur de la boîte latérale *c* comme la vis V sur la membrane P. Toutes les

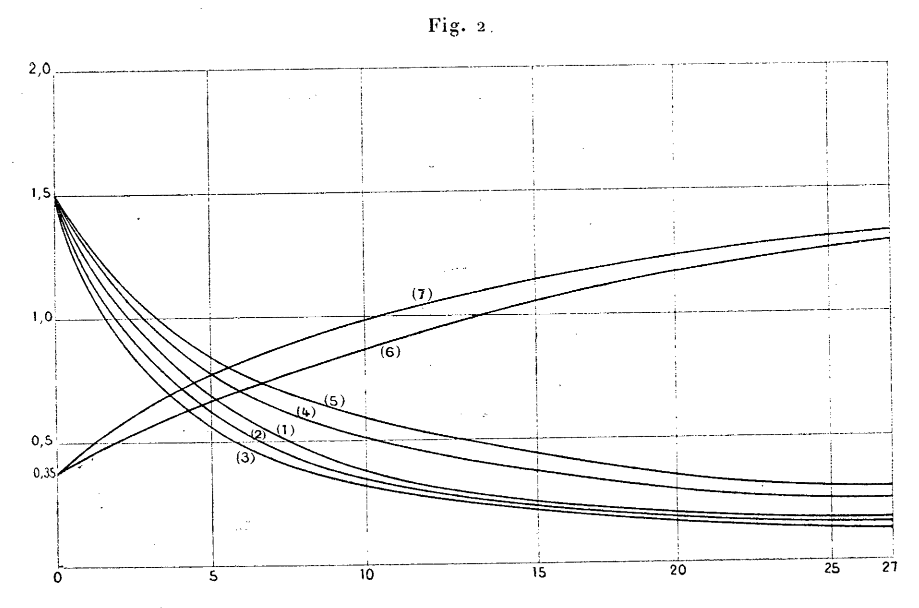
pièces précédentes sont portées par un chapeau métallique C dont le bord rodé x s'appuie sur la couronne terminale, également rodée, d'une éprouvette T. On voit en O un robinet à pointeau, en β un baromètre tronqué et en θ un thermomètre.

» Le procédé d'entretien par induction réduit au minimum les organes mécaniques auxiliaires toujours sujets à dérangement; il est d'une sûreté absolue démontrée par quatre mois, d'un fonctionnement constamment contrôlé.

» Il m'a paru le plus pratique des modes d'entretien que j'ai étudiés. *Un seul élément Callaud* du modèle ordinaire suffit à l'entretien et cela pendant plus d'un mois sans qu'on ait à ajouter du sulfate de cuivre. Il importe de n'employer qu'un très faible courant. Il n'y a pas trace d'étincelle au contact, sauf dans le cas où l'on emploierait un contact à mercure. Le pendule se met en marche de lui-même dès qu'on ferme le circuit inducteur et prend rapidement son amplitude de régime, que l'on *gradue* à volonté en enfonçant plus ou moins le noyau de fer doux v dans la bobine B. Il est facile de maintenir une amplitude de quelques minutes.

» On voit (*fig.* 2) les courbes de mise en marche (7), (6) et d'amortissement (2), (3) dans le vide (2^{cm} de mercure) et dans l'air, relatives à un pendule d'environ 40^{cm}

Fig. 2.



de longueur chargé d'une lentille de 400^{gr} et portant un aimant de 4^{mm} de diamètre et de 48^{mm} de longueur. La part de l'amortissement due à l'effet Lenz est manifestée par la comparaison des courbes (1) et (3). Les courbes (4) et (5) représentent l'amor-

tissement dans l'air et dans le vide, le fer doux étant supprimé et l'élément Callaud maintenu.

» Le mouvement d'un pendule successivement libre et entretenu a été comparé à celui d'un pendule auxiliaire approximativement synchrone du premier. Les oscillations des deux pendules s'inscrivaient, au début et à la fin de chaque phase d'observation (dont la durée était d'environ deux cents périodes) sur un cylindre maintenu *en rotation uniforme* au moyen d'un moteur électrique régularisé.

» La durée d'une oscillation était représentée sur le cylindre par une longueur d'environ 1^m. Le rapport des périodes des deux pendules a été trouvé constant à 10^{-6} près, le pendule étudié étant *libre* ou *entretenu*. C'est la précision limite que le procédé de comparaison que j'ai employé me permettait d'atteindre. Voici les nombres fournis par l'une des nombreuses séries de mesures également bonnes qui ont été faites :

Sans entretien	$\frac{T}{T'} = 1,0009759$
Avec entretien.....................	» $= 1,0009758$
Avec entretien.....................	» $= 1,0009754$
Sans entretien.....................	» $= 1,0009762$

» Ces résultats montrent l'égalité des périodes et la stabilité de fonctionnement d'un pendule avec ou sans entretien. »

PHYSIQUE. — *Sur le passage des ondes électromagnétiques d'un fil primaire à un fil secondaire qui lui est parallèle* [1]. Note de M. C. **Gutton**, présentée par M. Poincaré.

« Lorsque des ondes hertziennes se propageant le long d'un fil arrivent à l'extrémité de ce fil, elles sont réfléchies sans changement de sens de la force électrique. J'ai signalé (*Comptes rendus* du 12 avril 1898) que ces ondes étaient transmises, sans changement de phase, de l'extrémité de ce fil à l'extrémité en regard d'un fil secondaire tendu dans le prolongement du premier.

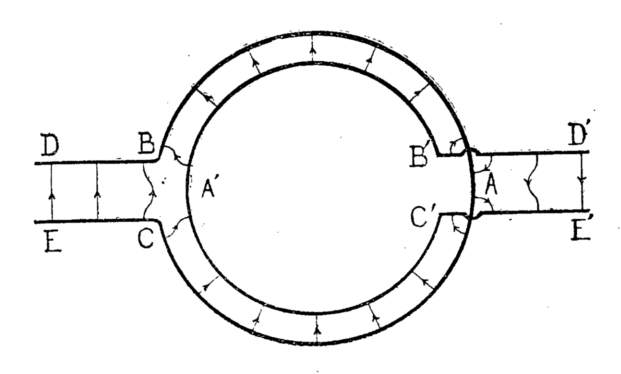
» Si l'on transmet des ondes le long de deux fils parallèles, dont les extrémités sont réunies par un pont, la force électrique est constamment

---

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

nulle au milieu de ce pont. Je me suis proposé de rechercher comment s'effectue le passage des ondes sur un fil secondaire disposé parallèlement au fil primaire dans la région voisine du point de force électrique nulle.

» Les extrémités BC des fils primaires sont réunies par un pont BAC ayant la forme d'un cercle de 50^{cm} de diamètre. Dans le même plan est disposé un fil B'A'C' formant un second cercle de diamètre un peu moindre et concentrique au premier. Ce cercle réunit les extrémités B' et C' d'une



ligne de deux fils parallèles (B'D', C'E'). On constate que les ondes issues de l'excitateur le long de la ligne primaire (DB, EC) passent en partie le long de la ligne secondaire (B'D', C'E'), par l'intermédiaire des deux cercles concentriques. Ce dispositif est analogue à celui qui servirait à produire un courant induit dans une bobine placée à l'intérieur d'une bobine inductrice et ayant même axe que celle-ci.

» Pour rechercher si le passage d'une onde du conducteur primaire au conducteur secondaire était accompagné d'un changement de phase, j'ai employé la méthode suivante : Deux lignes formées chacune de deux fils parallèles partent des deux pôles d'un même excitateur. A l'extrémité de ces lignes, je fais agir les ondes, transmises par chacune d'elles, sur un même résonateur disposé de telle sorte que les deux ondes produisent sur lui des effets inverses si elles arrivent en concordance, tandis que ces effets s'ajoutent si les ondes diffèrent d'une demi-période. Dans le premier cas, l'étincelle disparaît à la coupure du résonateur; dans le second, elle atteint une longueur maximum. Si les deux lignes sont formées de fils continus, l'étincelle disparaît lorsque ces deux lignes ont des longueurs égales. Si maintenant on interrompt l'une des lignes à une distance quelconque de l'excitateur et que l'on transmette l'onde à une ligne secondaire au moyen des deux cercles concentriques, disposés comme je l'ai indiqué plus haut,

on constate, au contraire, que l'étincelle a une longueur maximum quand les deux ondes ont parcouru des chemins égaux entre l'excitateur et le résonateur (les parties, où les fils primaire et secondaire sont parallèles, ne doivent être comptées qu'une fois). Le passage de l'onde d'un fil à l'autre a donc introduit *une différence de phase d'une demi-période*, autrement dit a renversé le sens de la force électrique. Si l'on renverse également le sens de cette force le long de la ligne formée de fils continus, ce qui peut se faire en croisant les deux fils de cette ligne en un point quelconque de son parcours, on rétablit la concordance entre les deux ondes, et l'étincelle du résonateur s'éteint lorsque les longueurs de fils parcourues par chacune des ondes sont égales.

» Cette seconde manière d'opérer est plus précise parce que la longueur de la ligne continue qui correspond à une extinction de l'étincelle se détermine mieux que celle qui correspond à un maximum. Ces expériences ont été faites avec différents excitateurs produisant des ondes de 8 à 22^{m} de longueur. La longueur de chacune des lignes était de $51^{m},80$.

» J'ai cherché si la forme du train d'ondes émis par une étincelle de l'excitateur était modifiée par le passage d'un fil à un autre. Pour cela, j'ai déterminé, à l'aide de la méthode électrométrique indiquée par M. Bjerknes (¹), la forme des ondes, tant le long des fils primaires que des fils secondaires. J'ai trouvé que l'excitateur émettant des oscillations pendulaires amorties, les ondes secondaires étaient de même forme et avaient la *même période* et le *même amortissement;* seulement l'amplitude de l'oscillation est diminuée par le passage des ondes au conducteur secondaire.

» Cet affaiblissement tient à ce qu'une partie de l'onde est réfléchie le long de la ligne primaire. A l'aide d'un résonateur placé entre les fils primaires, j'ai déterminé la position du nœud le plus voisin des deux cercles concentriques et l'ai trouvé au même point lorsque le cercle secondaire était en place, ou lorsque, celui-ci étant enlevé, l'onde était réfléchie intégralement. Dans les deux cas, la réflexion s'effectue donc de la même manière, c'est-à-dire avec un changement de sens de la force électrique.

» La considération des lignes de force électrique permet donc de se rendre compte des résultats précédents. Une ligne de force située dans le plan des fils primaires se propage parallèlement à elle-même, ses deux extrémités aboutissant en deux points en regard pris sur les deux fils. Cette ligne de force se présente tangentiellement au cercle secondaire en A'. La

(¹) BJERKNES, *Wied. Ann.*, t. XLIV, p. 513; 1891.

force devant toujours être normale aux surfaces conductrices, au moment où la ligne de force atteint le conducteur secondaire, elle se coupe en deux parties qui se propagent ensuite de part et d'autre du point A' et qui réunissent les points en regard des cercles primaire et secondaire. Au point A', la force est nulle. Le changement de phase d'une demi-période, éprouvé par l'onde secondaire, s'explique par le fait qu'une ligne de force a ses extrémités de signes contraires aux points en regard des cercles primaire et secondaire; les courants sont ainsi de sens contraire en ces deux points. Au point A du cercle primaire, les deux parties de la ligne de force se ressoudent en une ligne de force unique, qui se propage le long des fils secondaires et dont le sens est inverse de celui qu'elle avait le long des fils primaires.

» En dehors du plan des fils, il y a des lignes de force formant des arcs qui aboutissent à deux points du cercle primaire équidistants de A. Certaines de ces lignes de force se propagent sans atteindre le cercle secondaire. Ce sont elles qui, après leur arrivée au point A, reviennent en arrière et forme l'onde réfléchie. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la formule d'oxydation des sels de cobalt en liqueur alcaline* (1). Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

« On a signalé déjà (2) l'action des oxydants sur les dissolutions de cobalt dans les carbonates alcalins. Si l'on prend une solution de bicarbonate de potassium, et qu'on y verse goutte à goutte la solution d'un sel de cobalt, on a un liquide limpide et rose. Si l'on y ajoute alors une petite quantité d'eau oxygénée ou d'eau bromée, il prend une belle couleur verte. C'est là un réactif extrêmement sensible, et pour le cobalt, et pour l'oxydant. Pour le cobalt en particulier, on peut le déceler facilement à la dilution de 4^{mgr} par litre, et l'on peut même en reconnaître la présence dans des solutions de nickel où le cobalt lui est associé dans la proportion de 1 pour 100.

» Les divers auteurs qui se sont occupés de cette réaction ont essayé en vain de séparer le composé qui se forme dans ces liqueurs vertes. Si on les sature de cobalt et qu'on les évapore à froid, elles ne tardent pas à déposer

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) Field, *Journal of the chemical Society*; 1862.

une poudre brune d'oxyde. On n'a pas réussi davantage à déterminer la quantité d'oxygène fixé par le cobalt dans cette réaction. Durrant (¹) exprime l'opinion que le cobalt se trouve dans ces solutions à l'état cobaltique. Il en donne une preuve très incertaine fondée sur l'analyse du précipité vert gélatineux, instable, qu'on peut séparer des liqueurs vertes en y versant un excès de sel de cobalt additionné d'un excès d'eau oxygénée. Mac Connell et Hanes (²) dosent le gaz carbonique qui se dégage dans la réaction, et tirent de leurs expériences, aussi incertaines que les précédentes, la conclusion que le cobalt est entré en combinaison avec le potassium sous forme de cobaltite CoO^3K^2. On voit que la question demeure entière, et qu'il reste à éclaircir le point le plus important, savoir : quel est dans la liqueur verte le rapport du cobalt à l'oxygène fixé?

» L'emploi du réactif ferreux que j'ai fait connaître m'a donné immédiatement le résultat. Quand on verse la solution verte dans le réactif ferreux, elle est réduite instantanément et devient rose. J'ai peroxydé une quantité connue de cobalt, j'ai ajouté la liqueur verte à une quantité connue de réactif ferreux, et j'ai dosé par l'iode le reste de ce réactif. Les nombres trouvés m'ont donné très exactement la formule de peroxydation, qui est celle-ci

$$2CoO + O = Co^2O^3.$$

» La seule difficulté était de s'assurer de la peroxydation complète du cobalt. Pour cela, ayant préparé la liqueur alcaline cobalteuse, j'y ai mis un grand excès d'eau oxygénée. Je l'ai abandonnée à froid, et j'ai constaté qu'elle perdait de l'oxygène pendant quelques jours, puis, que sa composition restait constante et correspondait à la formule Co^2O^3. On peut arriver beaucoup plus rapidement au même résultat en versant le sel neutre de cobalt dans un mélange préparé à l'avance de bicarbonate de potassium et d'eau oxygénée. Dans ces conditions, la liqueur perd en quelques instants tout l'excès d'oxygène, et la formule est encore Co^2O^3. On peut d'ailleurs la porter à l'ébullition pendant quelques minutes sans que sa composition varie. Mais une ébullition prolongée amènerait la décoloration de la liqueur avec dépôt de sesquioxyde. Il est intéressant de noter que le cobalt, ainsi porté directement à l'état cobaltique au sein de la solution alcaline, y est environ dix fois plus soluble qu'à l'état cobalteux.

(¹) *Proceedings of the chemical Society;* april 1896.
(²) *Journal of the chemical Society;* may 1897.

» Les solutions vertes sont décomposées par la soude, même étendue. Ce fait semble devoir écarter l'hypothèse de la présence d'un acide du cobalt dans ces solutions. Pourtant il y a dégagement de gaz carbonique dans la réaction, ainsi que l'ont noté MM. Mac Connell et Hanes. J'ai étudié avec soin ce dégagement gazeux. La difficulté consistait ici dans ce fait que, si les liquides employés ne sont pas saturés d'avance de gaz carbonique, ils en retiennent à l'état dissous après l'expérience; s'ils sont saturés, au contraire, ils en dégagent spontanément. J'ai effectué les réactions dans une éprouvette sur la cuve à mercure, et j'ai fait deux séries de mesures, les unes par défaut, avec des liquides non saturés de gaz carbonique, les autres par excès avec des liquides additionnés d'eau de Seltz, et j'ai fini par resserrer assez les résultats pour fixer avec certitude la formule du dégagement gazeux. J'ai trouvé qu'à chaque atome de cobalt peroxydé correspond une molécule de gaz carbonique dégagé. La formule de MM. Mac Connell et Hanes ferait prévoir quatre molécules, elle doit donc être rejetée; et si l'on a égard à la propriété connue du cobalt de donner facilement des hydrocarbonates, on traduira les résultats par cette hypothèse très simple : il y a eu formation d'un hydrocarbonate cobaltique dissous, et la formule de la réaction est :

$$2[(CO^3H)^2Co] + H^2O^2 = Co^2.(OH)^4.(CO^3H)^2 + 2CO^2.$$

» Je ferai remarquer que ces expériences donnent en même temps l'oxygène fixé par la liqueur, puisqu'elles permettent de mesurer l'oxygène dégagé par un volume connu d'eau oxygénée.

» Les résultats ont pleinement confirmé ceux qu'avait fournis le réducteur ferreux, et la formule d'oxydation du cobalt en liqueur alcaline est désormais fixée.

» De ce qui précède on tire aisément une méthode d'analyse rapide du cobalt, même associé au nickel et au fer : car le nickel ne s'oxyde pas dans ces conditions, et le sel ferrique n'est pas réduit par le pyrophosphate ferreux. On opère ainsi : dans une solution de bicarbonate de potassium additionnée d'un excès d'eau oxygénée, on verse la liqueur contenant le cobalt, on chauffe légèrement pendant quelques minutes, on dose par le réactif ferreux et par l'iode l'oxygène fixé, et l'on trouve ainsi la quantité de cobalt : les résultats que j'ai obtenus sont aussi concordants que ceux que fournit l'électrolyse. On peut même faire l'analyse sans autres réactifs que le fer et le cobalt. En effet, la liqueur cobaltique passe du vert au rose quand on la verse dans le réducteur ferreux, et quand celui-ci est oxydé,

quelques gouttes de cobalt suffisent pour faire virer complètement du rose au vert. On peut facilement, dans ce virage, repérer une teinte lilas analogue à la teinte sensible des expériences de polarisation. Dès lors on peut doser directement le cobalt par le fer : il suffit de comparer par le réducteur ferreux la liqueur inconnue de cobalt à une liqueur connue et titrée d'avance. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur sur les azotites doubles alcalins des métaux du groupe du platine : Composés du rhodium.* Note de MM. **A. Joly** et **E. Leidié**, présentée par M. Troost.

« Les azotites doubles que le rhodium forme avec le potassium, le sodium et le baryum, azotites que l'un de nous a précédemment décrits ([1]), se décomposent sous l'influence de la chaleur en donnant des sels comparables à ceux que nous avons déjà obtenus en partant des azotites analogues que forment le ruthénium et l'iridium ([2]).

» La décomposition de ces azotites commence à 360°, mais elle est lente ; et alors, ou bien elle est incomplète, ou bien elle donne, par suite de la prolongation de l'opération, une série de réactions secondaires qui rendent variable la composition du produit final. Les températures les plus favorables à l'obtention de produits identiques sont celles qui sont comprises entre 440° (*étuve à vapeur de soufre*) et celles que l'on définit par le terme de *rouge naissant* : ce sont les produits obtenus dans l'intervalle de ces températures que nous avons étudiés.

» I. *Azotite de rhodium et de potassium* $Rh^2(AzO^2)^6.6AzO^2K$. — Chauffé à 440° dans le vide, il se décompose brusquement ; les produits gazeux, recueillis à l'aide d'une trompe à mercure, sont constitués uniquement par de l'azote et par du bioxyde d'azote, mélangés en proportions variables suivant la conduite de l'opération, savoir, en moyenne : 14 pour 100 d'azote et 86 pour 100 de bioxyde d'azote, ou bien 28 pour 100 d'azote et 72 pour 100 de bioxyde d'azote, suivant qu'ils ont été extraits à mesure de leur production, ou qu'ils ont été laissés en contact jusqu'à la fin de la réaction avec les produits de la décomposition. Lorsque tout dégagement gazeux a cessé, on laisse refroidir, puis on traite le résidu par l'eau, qui enlève un mélange d'azotite et d'azotate de potassium (sans potasse libre) et laisse pour résidu une poudre noire

(1) E. Leidié, *Comptes rendus*, t. CXI, p. 106 ; 1890.
(2) A. Joly et E. Leidié, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 468 ; 1894 ; et t. CXX, p. 1341 ; 1895.

d'apparence cristalline. Celle-ci, après lavages complets et dessiccation à 105°-110°, se dissout partiellement dans l'acide chlorhydrique concentré et chaud, en donnant lieu à un dégagement de chlore et à la formation d'une liqueur rouge renfermant du sesquichlorure de rhodium.

» Cette matière, pendant les lavages, se transforme en un produit hydraté, et celui-ci ne perd son eau que lentement, quand on le soumet dans le vide à des températures assez élevées en présence d'une substance déshydratante; on a donc dû, pour faire entrer cette eau en ligne de compte, la chasser complètement avant de procéder à l'analyse du composé qui a été effectuée de la façon suivante : après avoir constaté que, chauffée dans le vide à 360°, elle ne perdait plus de son poids, et qu'elle ne contenait ni produits solubles, ni azote, la matière a été réduite dans l'hydrogène, et, après refroidissement dans un courant d'acide carbonique, traitée par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique. Le rhodium réduit reste indissous, on le sèche dans un courant d'hydrogène et on le laisse refroidir dans un courant d'acide carbonique; la liqueur renferme le métal alcalin sous forme de chlorure que l'on dose par évaporation à sec et calcination au rouge (dans le cas particulier du baryum, ce métal est dosé à l'état de sulfate). L'oxygène est dosé par différence.

» L'analyse donne donc la composition centésimale de cette substance; on en déduit les rapports suivant lesquels sont unis les éléments qui la constituent. Dans ce cas particulier, elle est représentée par les rapports moyens : $Rh^{6}K^{2,09}O^{13,15}$, abstraction faite de l'eau d'hydratation. Dans d'autres expériences, où l'azotite double a été décomposé en le portant, enfermé dans un creuset couvert, dans un moufle préalablement chauffé au rouge naissant, la substance obtenue possédait une composition représentée par les rapports moyens $Rh^{6}K^{2,07}O^{12,83}$, calculés de la même façon.

» Si l'on tient compte d'un petit excès d'alcali qu'il est difficile d'éliminer, et si l'on considère que l'oxygène est dosé par différence, on peut admettre que la composition de la matière anhydre est représentée par les rapports $Rh^{6}K^{2}O^{13}$, soit $(6RhO^{2}, K^{2}O)$; quant au nombre de molécules d'eau d'hydratation, il est compris, suivant les préparations, entre des limites qui varient entre 6 et $8H^{2}O$.

» Opère-t-on la décomposition de cet azotite à des températures de plus en plus élevées, on obtient pour le produit insoluble dans l'eau une composition qui s'éloigne de plus en plus des rapports précédents; la proportion de potassium diminue jusqu'à devenir nulle et alors le corps ne dégage plus de chlore sous l'influence de l'acide chlorhydrique.

» II. *Azotite de rhodium et de sodium* $Rh^{2}(AzO^{2})^{6}.6AzO^{2}Na$. — Les résultats des expériences sont identiques. La composition du produit cherché peut se représenter par les rapports moyens : $Rh^{6}Na^{1,58}O^{13,16}$. Mais si nous rapportons ces proportions non plus à Rh^{6} mais à Na^{2}, nous obtenons les nouveaux rapports $Rh^{8}Na^{2,10}O^{17,78}$,

ce qui nous permet de considérer la substance comme ayant pour composition $(8RhO^2,Na^2O)$, abstraction faite de 11 à $12H^2O$ suivant les préparations analysées; cette substance dégage aussi du chlore sous l'influence de l'acide chlorhydrique.

» III. *Azotite de rhodium et de baryum anhydre* : $Rh^2(AzO^2)^6, Ba^3(AzO^2)^6$. — Mêmes résultats que dans les deux cas précédents : la matière obtenue dégage aussi du chlore sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré et chaud. La composition est exprimée par les rapports moyens : $Rh^6Ba^{0,52}O^{12,35}$, ou, en rapportant tout à Ba correspondant à K^2, par les rapports $Rh^{12}Ba^{1,04}O^{24,70}$; cette matière possède donc la composition : $(12RhO^2BaO)$, abstraction faite de 15 à $16H^2O$ d'hydratation, suivant les préparations analysées.

» *Conclusions*. — 1° L'existence d'un oxyde de rhodium RhO^2 avait été soupçonnée par Claus, mais la constitution ne lui en était pas connue, car il hésitait à lui donner la formule RhO^2 ou une formule double

$$Rh^2O^4 = RhO, RhO^3.$$

La formation de composés salins engendrés par cet oxyde RhO^2, ou plutôt par les produits de condensation de son hydrate, l'acide rhodeux $RhO^2, H^2O = RhO(OH)^2$, savoir par :

L'acide hexarhodeux	$6[RhO(OH)^2] - 5H^2O = 6RhO^2, H^2O$
L'acide octorhodeux........	$8[RhO(OH)^2] - 7H^2O = 8RhO^2, H^2O$
L'acide dodécarhodeux	$12[RhO(OH)^2] - 11H^2O = 12RhO^2, H^2O$

est un argument en faveur de la formule RhO^2 du peroxyde, et une preuve de la fonction acide de ce corps : les rhodites $6RhO^2.K^2O$, $8RhO^2.Na^2O$, $12RhO^2.BaO$ correspondent respectivement à ces divers hydrates condensés.

» 2° La formation de ces sels peut être représentée par l'une des deux équations suivantes basées sur l'analyse des produits de décomposition :

$$3[Rh^2(AzO^2)^{12}K^6] = (6RhO^2.K^2O) + 6AzO^2K + 10AzO^3K + 3Az + 17AzO,$$
$$3[Rh^2(AzO^2)^{12}K^6] = (6RhO^2.K^2O) + 4AzO^2K + 12AzO^3K + 5Az + 15AzO.$$

» 3° Ces rhodites constituent un point de rapprochement entre le rhodium et d'autres métaux auxquels on a déjà comparé ce métal, comme par exemple le chrome, le cobalt, le manganèse; ils sont en effet analogues aux chromites, cobaltites et manganites préparés par G. Rousseau.

» 4° La préparation de ces rhodites nous a fourni un exemple de plus en faveur du caractère général de la réaction que nous avions déjà appliquée aux composés analogues du ruthénium et de l'iridium, savoir

la formation de composés peroxydés (à l'état de sels) due à la décomposition pyrogénée de certains azotites doubles alcalins de ces métaux. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la production d'un bleu de tungstène provenant de la réduction de tungstates au feu de cuisson de la porcelaine.* Note de M. **Albert Granger**, présentée par M. Troost.

« Les premières tentatives pour utiliser en céramique les composés du tungstène furent faites à Sèvres par M. Lauth. Elles ne furent pas poursuivies et furent abandonnées pour d'autres, plus intéressantes par leurs résultats positifs. J'ai pensé que, étant donnée la facilité avec laquelle l'anhydride tungstique était facilement réduit, il devait y avoir possibilité d'obtenir l'oxyde Tu^2O^5 dans les cuissons en feu réducteur et qu'il y avait lieu de refaire de nouvelles expériences dans d'autres conditions.

» On sait que, lorsqu'on ajoute de l'anhydride tungstique à un silicate fusible, tel qu'un verre ou une couverte, ce corps devient complètement blanc et s'opacifie. Ce phénomène se produit avec des teneurs même très faibles en anhydride tungstique. Je crois que ce fait peut facilement s'expliquer, si l'on tient compte de la formation de silicotungstates; il y a mise en liberté de silice, provenant de la couverte ou du verre qui rend la masse opaque, et formation d'un silicotungstate. L'examen de la composition des silicotungstates montre l'énorme quantité d'anhydride tungstique qu'ils renferment; on voit dès lors la nécessité, pour éviter l'expulsion de la silice, d'employer suffisamment de composé tungstique pour transformer toute la silice en anhydride silicotungstique. Cette dernière condition est irréalisable, car il faut introduire un poids d'anhydride tungstique tel que la couverte ne fond plus et reste à l'état poreux sur la porcelaine.

» J'ai songé alors à employer comme couverte un tungstate et j'ai choisi un tungstate suffisamment acide, tel que $M^2O.4TuO^3$. Pour obtenir un produit d'une fusibilité convenable, c'est-à-dire pouvant glacer sans couler le long des parois, j'ai formé ma couverte d'un tungstate mixte de baryum et de sodium, le tungstate de baryum étant trop réfractaire et le tungstate de sodium trop fusible (ce tungstate mixte est toujours un tétratungstate, les proportions des bases étant toujours calculées, de manière que pour 4 molécules d'anhydride la somme des bases fasse toujours 1). En cuisant de la porcelaine avec cette couverte vers 1250° en feu réducteur, j'ai obtenu des teintes bleues, allant d'un bleu clair à l'indigo. Suivant les proportions

des bases, la quantité de couverte posée, le ton variera; en outre, par l'addition de borax ou de phosphates, on pourra encore produire des changements.

» J'ai pensé qu'il serait intéressant de présenter ces résultats à la suite de la Communication de M. Hallopeau. On voit, en effet, que les tétratungstates en présence des gaz réducteurs du foyer peuvent donner aussi de l'oxyde bleu de tungstène. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les terres yttriques provenant des sables monazités.* Note de M. G. **Urbain** [1], présentée par M. Friedel.

« J'ai indiqué, dans une précédente Communication, les résultats de mes premières recherches sur le fractionnement des éthylsulfates des terres de la série de l'yttria. Mes recherches ultérieures sur le même sujet les ont confirmés en les complétant. Cette méthode est surtout propre à séparer ces mélanges complexes en groupes de corps sur lesquels les autres méthodes indiquées deviennent plus aisément applicables. La présence inévitable de portions intermédiaires tient principalement à ce que les composants de l'yttria brute ne se séparent pas les uns des autres d'une manière également nette. S'il est aisé d'obtenir des dissolutions renfermant de l'erbium et rigoureusement exemptes d'holmium, il est extrêmement difficile d'éliminer complètement l'erbium des fractions riches en holmium. De même, si les terbines sont rejetées très aisément dans les têtes, l'yttrium se dissémine dans presque toutes les fractions.

» L'existence, précédemment indiquée, d'une limite inférieure de fractionnement de poids atomique moyen 97 tient uniquement à la difficulté que l'on éprouve à séparer de l'yttrium de petites quantités de terbines. La majorité des terbines est en général précipitée par le sulfate potassique quand on cherche à éliminer, à l'aide de ce réactif, les dernières traces de didyme que maintiennent en dissolution les terres de l'yttria, de sorte que l'yttria reste souillée d'une certaine quantité des terres du groupe des terbines, et ce mélange de poids atomique moyen 97 environ présente dès lors une fixité remarquable.

» MM. Schützenberger et Boudouard ont les premiers attiré l'attention de l'Académie sur cette limite de fractionnement, mais sans en avoir déterminé exactement la nature.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

» J'ai admis, dans une Note antérieure, qu'elle renfermait surtout de l'yttrium et, depuis, j'ai résolu le problème d'une façon complète en isolant de cette matière l'yttrium à poids atomique 89 et des terres du groupe des terbines dont le poids atomique a atteint 151,4, nombre qui est encore probablement au-dessous de la réalité.

» Dans les queues du fractionnement des éthylsulfates qui ne renfermaient plus que de l'yttrium, de l'erbium vrai et de l'ytterbium, j'ai pu isoler aisément de l'yttrium à poids atomique voisin de 89 par des précipitations par l'ammoniaque. Ces heureux résultats étaient dus à l'absence des terres terbiques. Dès lors, il devenait fort probable que, par des cristallisations multipliées des têtes de fractionnement des éthylsulfates (poids atomique initial, 97), les terbines, s'il s'en trouvait dans cette matière, s'accumuleraient dans les premiers cristaux, comme l'avait fait le didyme dans les fractionnements précédents.

» L'expérience confirma pleinement ces prévisions. Après un nombre suffisant de cristallisations, les différentes fractions transformées en oxydes présentèrent des teintes variant de l'orangé foncé (têtes) au blanc légèrement rosé (queues). Ces dernières renfermaient une trace d'erbine que je pus éliminer par la cristallisation des oxalates dans l'acide nitrique; les dernières eaux-mères de ce fractionnement étaient de l'yttrium à poids atomique 89.

» Les oxydes colorés appartenant au groupe des terbines furent caractérisés par leurs formiates peu solubles. Toutefois ils ne perdaient, par la calcination dans l'hydrogène, qu'une fraction à peine sensible de leur poids.

» Ils furent transformés en un verre de nitrate et examinés au spectroscope par réflexion. Je n'ai pu observer dans la partie visible du spectre que deux bandes.

Micromètre.	λ.		
70	0,0000	A peine visible.	Holmium.
122-130	0,0000	Intense.	Dysprosium.

» Ces différents caractères suffisent pour montrer que cette matière est encore complexe; mais ces expériences prouvent que l'yttria des sables monazités renferme surtout de l'yttrium à poids atomique 89 et qu'il n'existe pas d'élément dont le poids atomique serait environ égal à 100 ou 97 (¹). »

(¹) Je suis heureux de pouvoir exprimer ici toute ma gratitude aux membres du Comité de la fondation Élisabeth Thompson, qui m'ont mis généreusement à même de pouvoir poursuivre mes recherches sur ce sujet.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action bromurante du bromure d'aluminium dans la série acyclique* (1). Note de M. **A. Mouneyrat**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1819; 1898), que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, j'ai montré que le chlorure d'aluminium devait, dans la série grasse, sa puissante action chlorurante à la propriété qu'il possède de créer, sur les carbures d'hydrogène chlorés de cette série, des doubles liaisons éthyléniques. A la suite de ces recherches, je me suis demandé si le bromure d'aluminium anhydre ($AlBr^3$), dont les propriétés sont tout à fait analogues à celles du $AlCl^3$, ne jouirait pas, vis-à-vis des carbures d'hydrogène bromés de la série acyclique, de la même propriété que le chlorure d'aluminium vis-à-vis de ces mêmes carbures chlorés.

» Pour vérifier cette supposition, j'ai placé dans un ballon parfaitement sec, surmonté d'un réfrigérant ascendant, 150^{gr} de bromure d'éthylène ($CH^2Br - CH^2Br$) bien pur d'eau et 30^{gr} de $AlBr^3$ parfaitement anhydre. La masse étant portée à 100°-110° à l'aide d'un bain de paraffine, on obtient, en agitant de temps à autre, un abondant dégagement formé d'acide (HBr) et d'un gaz que la potasse ne peut retenir. Ce gaz brûle avec dépôt de charbon; dirigé à sa sortie du réfrigérant dans un tube long, sur les parois duquel on a fait couler du chlorure cuivreux ammoniacal, il donne le précipité rouge caractéristique de l'acétylène. Ce carbure est totalement absorbé par le brome pour se transformer en tétrabromure d'acétylène ($CHBr^2 - CHBr^2$) : c'est donc de l'acétylène ($CH \equiv CH$). Je crois qu'on peut expliquer la formation de ce corps en admettant qu'il se forme, par élimination de deux molécules de (HBr), entre une molécule de ($CH^2Br - CH^2Br$) et deux molécules de $AlBr^3$, un composé organométallique susceptible de se détruire, au fur et à mesure de sa formation, pour donner de l'acétylène et régénérer le bromure d'aluminium. Les équations suivantes expriment cette hypothèse :

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} CH^2Br - CH^2Br + (AlBr^3)^2 \\ \quad = AlBr^2 - CHBr - CHBr - AlBr^2 + 2HBr, \end{array} \right.$$

$$(2) \quad AlBr^2 - CHBr - CHBr - AlBr^2 = (AlBr^3)^2 + CH \equiv CH.$$

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

» Le bromure d'aluminium ayant, lui aussi, la propriété de créer des doubles liaisons, on conçoit *a priori* qu'il soit bromurant.

» Pour faire cette vérification dans le groupe de l'éthane, je me suis successivement adressé au bromure d'éthyle ($CH^3 - CH^2Br$), au bromure d'éthylène ($CH^2Br - CH^2Br$) et au tétrabromure d'acétylène

$$(CHBr^2 - CHBr^2).$$

» Toutes ces bromurations sont rendues très faciles par la grande solubilité du bromure d'aluminium dans le brome sec. Dans toutes les réactions que je vais citer je me suis servi d'une solution de bromure d'aluminium dans le brome au $\frac{1}{3}$

$$[(AlBr^3, \text{1 partie}) + (Br, \text{2 parties})].$$

» *Bromuration du bromure d'éthyle.* — 220^{gr} de ($CH^3 - CH^2Br$) et 240^{gr} de brome bien secs sont placés dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant et dépourvu de toute trace d'eau. A l'aide d'un entonnoir à robinet, on fait tomber, en mince filet dans la masse, 120^{cc} de la solution bromée de $AlBr^3$. Bien qu'on ait un dégagement lent de HBr à froid, afin d'accélérer ce dégagement on porte le ballon à 65°-70°. En moins de deux heures l'atmosphère brune due au brome a disparu, la réaction est alors terminée. On cesse le feu, on laisse refroidir et l'on projette le produit dans l'eau distillée additionnée d'acide bromhydrique afin de dissoudre $AlBr^3$. L'huile obtenue, lavée à plusieurs reprises, est entraînée à la vapeur d'eau, séchée et distillée.

» Sous la pression ordinaire, elle passe à peu près complètement à 131°; refroidie au moyen de glace et de sel marin, elle donne des cristaux fondant à 9°; c'est du bromure d'éthylène ($CH^2Br - CH^2Br$). Dans cette réaction je n'ai eu que ce corps, et, si l'opération est bien conduite, on a au moins 90 pour 100 du rendement théorique. Ce procédé de préparation du bromure d'éthylène est aussi avantageux que l'action directe de ($CH^2 = CH^2$) sur Br.

» *Bromuration de* $CH^2Br - CH^2Br$. — 188^{gr} de $CH^2Br - CH^2Br$, 170^{gr} de brome et 150^{gr} de la solution bromée de $AlBr^3$ sont traités comme précédemment à 100°; après purification, le produit de la réaction est constitué par un peu de $CH^2Br - CH^2Br$ qui n'a pas réagi et du ($CHBr^2 - CHBr^2$). Je ferai remarquer que ce procédé n'a qu'un avantage théorique aujourd'hui, où, grâce au carbure de calcium, l'acétylène est si facile à obtenir.

» *Bromuration de* $CHBr^2 - CHBr^2$. — L'hexabrométhane est difficile à obtenir par les anciennes méthodes. Le bromure d'aluminium nous permet, au contraire, de préparer facilement ce corps. Pour cela on traite à 100°, comme dans les expériences précédentes, 173^{gr} de ($CHBr^2 - CHBr^2$), 90^{gr} de brome avec 120^{gr} de la solution bromée de $AlBr^3$. On reconnaît la fin de la réaction à la cessation du dégagement d'acide bromhydrique et la solidification complète de la masse. Après refroidissement on brise le ballon, et, par fragments, on projette son contenu dans l'eau distillée additionnée de HBr. On lave successivement à l'eau distillée et à la soude faible, puis on

essore à la trompe. Après dessiccation, on dissout dans le sulfure de carbone. Ce dissolvant laisse, par évaporation à basse température, de gros cristaux orthorhombiques transparents, qui se détruisent avant de fondre, vers 205°, en perdant du brome. L'analyse assigne à ce corps la formule (C^2Br^6); c'est de l'hexabrométhane, dont la formation s'explique par les réactions suivantes :

$$(1)\quad CHBr^2 - CHBr^2 + (AlBr^3)^2 = AlBr^2 - CBr^2 - CBr^2 - AlBr^2 + 2HBr.$$

$$(2)\quad AlBr^2 - CBr^2 - CBr^2 - AlBr^2 + Br^4 = (AlBr^3)^2 + CBr^3 - CBr^3.$$

» On a, pour ce dernier corps, un rendement de 65 à 70 pour 100 du rendement théorique.

» Nous voyons que, grâce au bromure d'aluminium, on peut, d'une façon simple et pratique, remplacer, par phases successives, tous les atomes d'hydrogène de l'éthane par du brome. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques éthers carboniques mixtes phényliques alcooliques*. Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Albert Morel**, présentée par M. Friedel.

« La méthode générale de préparation des éthers carboniques mixtes de la série grasse et de la série aromatique, que nous avons indiquée dans un Mémoire précédent (¹), nous a permis de préparer les carbonates de phénol ordinaire et des alcools méthylique, éthylique, propylique, isopropylique, isobutyrique, isoamylique et allylique non encore décrits, sauf le dérivé éthylique, dont Bender a signalé quelques réactions (²).

» Ces éthers mixtes ont tous été obtenus par ébullition du carbonate de phényle au sein de ces divers alcools avec de l'urée ou de la pyridine.

» Leurs propriétés physiques présentent des anomalies singulières, que nous ne sommes pas en mesure d'expliquer pour le moment.

» Dans la série homologue que nous allons décrire, tout d'abord ces points d'ébullition ne croissent pas avec le poids moléculaire, ce qui est la règle générale cependant pour les éthers à radicaux d'alcools ou à radicaux d'acides d'une même série homologue, et, en particulier, pour les carbonates doubles des alcools de la série grasse étudiés par Röse (³).

(¹) *Comptes rendus*, 27 juin 1898.

(²) Bender, *Deutsch. chem. Ges. Ber.*, XIII, p. 696 et *Ber.*, XIX; p. 2265.

(³) Röse, *A. Chem. v. Phys.*, t. CCV, p. 227.

» Nous avons ainsi constaté que le point d'ébullition des carbonates mixtes varie peu d'un éther à l'autre sous pression réduite aussi bien que sous pression normale. De plus, sous la pression normale, il n'est pas très fixe pour chaque éther, en raison d'une légère décomposition.

» Sous pression normale, ces éthers bouillent autour de 220°, et sous pression réduite (30^{mm}) autour de 120°.

» De plus, la densité à zéro de ces éthers mixtes, au lieu de croître avec le poids moléculaire, décroît, au contraire, du carbonate de phényle méthyle au carbonate de phényle méthyle amyle. Cette fois, nous retrouvons cette particularité contraire à la règle générale dans la série des carbonates doubles des alcools; Röse, qui a préparé ces derniers et a donné leurs densités, ne signale nullement cette décroissance des densités, qui paraît lui avoir échappé (1). L'anomalie des densités des éthers mixtes a précisément appelé notre attention sur celle des carbonates doubles.

» Nous allons décrire quelques-uns de ces éthers mixtes.

» *a. Carbonate de phénylméthyle.* — Il se prépare en faisant bouillir pendant quarante-huit heures une molécule de carbonate de phényle avec une molécule d'urée au sein de 600^{cc} d'alcool méthylique à 95°. La solution alcoolique étendue d'eau sodique laisse déposer une huile jaune qui est ensuite lavée à l'eau puis rectifiée.

» L'analyse élémentaire conduit à la formule $CO\langle{}^{OCH^3}_{OC^6H^5}$. Ce carbonate de phénylméthyle est un liquide incolore, d'une odeur agréable, insoluble dans l'eau, soluble dans les dissolvants organiques. Sa densité est, à 0°, 1,1607 (méthode du flacon). Il bout à 190°-200° (P. 754^{mm}) et à 123° (P. 44^{mm}).

» *b. Carbonate de phényléthyle.* — Une molécule de carbonate de phényle et une molécule d'urée sont chauffées à l'ébullition pendant quarante-huit heures dans 600^{cc} d'alcool à 93°. La solution alcoolique étendue d'eau sodique laisse déposer une huile qui est lavée à l'eau puis rectifiée.

» Analysé, ce corps correspond à la formule $CO\langle{}^{OC^2H^5}_{OC^6H^5}$. Il est incolore, avec une odeur de fruit agréable. Il est soluble dans les dissolvants organiques. Sa densité est, à 0°, 1,1228 (méthode du flacon). Bender a donné D = 1,125 à 0°. Il bout à 202°-210° (P. 755^{mm}) et à 123° (P. 30^{mm}).

» *c. Carbonate de phénylpropyle.* — Une molécule de carbonate de phényle et une molécule d'urée sont chauffées pendant soixante-cinq heures dans 400^{cc} d'alcool propylique normal. La solution alcoolique, comme précédemment, est étendue d'eau sodique qui laisse déposer un corps huileux qui, après rectification, correspond à la formule $CO\langle{}^{OC^3H^7}_{OC^6H^5}$.

(1) RÖSE, *loc. cit.*

» Ce carbonate mixte est un liquide incolore, à odeur de fruit agréable, soluble dans les dissolvants organiques, d'une densité, à 0°, de 1,0756 (méthode du flacon) et bouillant à 210°-220° (P. 750^{mm}) et à 120°-130° (P. 30^{mm}).

» *d. Carbonate de phénylisopropyle.* — Nous avons opéré comme précédemment en recourant à l'alcool isopropylique normal. L'analyse correspond à la formule $CO\begin{cases} OC^3H^3 \\ OC^6H^8 \end{cases}$.

» Ce carbonate est un liquide incolore rappelant le précédent par toutes ses propriétés. Il bout à 220° (P. 750^{mm}) et à 141°-142° (P. 70^{mm}).

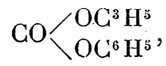
» *e. Carbonate de phénylisobutyle.* — Préparation semblable aux précédentes en chauffant l'urée et le carbonate de phényle avec le méthylpropanol 2.3 qui bout à 108°. Les rendements sont bons, mais la formation d'allophanate de butyle qui souille le carbonate ne nous a pas permis d'obtenir de bons chiffres à l'analyse. Nous avons repris la préparation avec la pyridine (2 mol. pyridine pour 1 mol. alcool). Après vingt-quatre heures d'ébullition, en étendant d'eau chlorhydrique, puis en lavant à l'eau sodique, on obtient un liquide incolore à odeur de fruit, correspondant à la formule $CO\begin{cases} OC^4H^9 \\ OC^6H^5 \end{cases}$, d'une densité à 0° de 0,9941 et bouillant à 220°-225° (P. 750^{mm}) et à 130° (P. 30^{mm}).

» *f. Carbonate de phényle-isoamyle.* — Comme pour le carbonate précédent, nous avons substitué la pyridine à l'urée pour éviter la formation, d'ailleurs très abondante, d'allophanate d'amyle. Il faut éviter, d'autre part, de chauffer à l'ébullition (130°) le carbonate de phényle, la pyridine et l'alcool amylique : il se forme, en effet, beaucoup de carbonate double d'amyle. Au bout de quarante heures, la transformation est même complète.

» Pour préparer le carbonate mixte, on chauffe préférablement pendant quinze heures à 100° 1 molécule de carbonate phénylique, 1 molécule de pyridine et 500^{cc} d'alcool isoamylique primaire (méthylbutanol 2.4 et 2.1). On lave à l'eau sodique, on rectifie. L'analyse donne des chiffres correspondant à la formule $CO\begin{cases} OC^5H^{11} \\ OC^6H^5 \end{cases}$.

» Ce carbonate mixte est incolore, soluble dans les dissolvants organiques et d'une odeur agréable. D = 1,00 à 0°. Ébullition, 220° (P. 760^{mm}) et 120°-130° (P. 60^{mm}).

» *g. Carbonate d'éthyle-allyle.* — Il est obtenu comme précédemment, soit avec l'urée, soit avec la pyridine par ébullition, dix-huit heures au sein de l'alcool allylique. Liquide incolore à odeur alliacée désagréable correspondant à la formule



$$CO\begin{cases} OC^3H^5 \\ OC^6H^5 \end{cases},$$

soluble dans les dissolvants organiques, et bouillant à 130° (P. 70^{mm}). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Vitesse de saponification des éthers phosphoriques.* Note de M. J. Cavalier, présentée par M. Troost.

« Pour comparer, au point de vue de la stabilité, les trois éthers phosphoriques d'un même alcool, je me suis proposé de mesurer les vitesses de saponification de ces éthers par l'eau, en me plaçant pour chacun d'eux dans les mêmes conditions de température et de concentration.

» J'ai opéré à la température de 88°, avec des solutions renfermant une molécule d'éther dans 10^{lit} de dissolution (soit environ dans 555 molécules d'eau).

» Lorsque l'on chauffe ainsi une solution aqueuse d'un phosphate neutre trialcoolique PO^4R^3, il se forme d'abord l'acide monobasique PO^4R^2H, qui à son tour se décompose en acide bibasique PO^4RH^2, et celui-ci enfin donne l'acide phosphorique PO^4H^3; de sorte que, à un moment quelconque, la solution renferme à la fois de l'éther neutre non décomposé, et un mélange des trois acides, PO^4R^2H, PO^4RH^2 et PO^4H^3. J'ai montré, dans une précédente Communication, comment on détermine la composition d'un tel mélange.

» On peut alors construire les courbes qui représentent, en fonction du temps, les quantités des différents acides produites par la décomposition d'une molécule d'éther neutre. Ces courbes, qui proviennent ainsi d'*une seule* série d'expériences portant sur l'éther neutre, suffisent pour calculer les vitesses de décomposition des trois éthers (¹).

» On aura plus de précision en déterminant séparément chacune de ces vitesses par une série d'expériences portant sur l'éther correspondant.

» J'ai étudié ainsi les trois éthers méthyliques, les trois éthers éthyliques, et les deux éthers allyliques acides. Le phosphate triallylique étant insoluble dans l'eau ne peut être étudié comme les précédents.

» Je donnerai seulement les résultats de mes mesures.

» La décomposition des différents éthers phosphoriques par l'eau, à la concentration indiquée, suit la loi des réactions unimoléculaires : la quantité de matière non décomposée s'exprime par une exponentielle.

» La vitesse de décomposition, c'est-à-dire le nombre de molécules dé-

(¹) Voir ma *Thèse*, p. 83. Paris, 1898.

composées, en *une heure,* dans une solution renfermant une molécule, est exprimée par les nombres suivants :

Vitesses de saponification par l'eau à 88°.

	$R = CH^3$.	$R = C^2H^5$.	$R = C^3H^5$.
PO^4R^3..........	0,0632	0,0114	»
PO^4R^2H........	0,0036	0,0015	0,0191
PO^4RH^2........	0,0056	0,0032	0,0055

» Les éthers méthyliques se décomposent plus rapidement que les éthers éthyliques correspondants.

» Dans la saponification du phosphate triméthylique, c'est le premier groupe méthyle qui se sépare le plus vite, le second se sépare le plus lentement et le dernier avec une vitesse intermédiaire. Le même ordre de grandeur se retrouve dans les dérivés éthyliques. Au point de vue des vitesses de saponification l'éther dialcoolique ne se place pas entre les deux autres.

» Ce résultat inattendu ne se retrouve pas dans les éthers allyliques : l'éther monoallylique $PO^4(C^3H^5)H^2$ se décompose plus lentement que l'éther $PO^4(C^3H^5)^2H$.

» *Influence de la température.* — Les vitesses de décomposition varient très rapidement avec la température. A 44°, elles sont environ cent fois plus faibles qu'à la température de 88°.

» A la température ambiante, les éthers phosphoriques en solution aqueuse étendue sont pratiquement indécomposables.

» *Influence des bases.* — J'ai fait réagir la baryte sur les éthers éthyliques. Avec les éthers acides, cela revient à décomposer par la base, non les éthers eux-mêmes, mais leur sel de baryum.

» L'éther neutre est beaucoup plus rapidement saponifiable par les bases que par l'eau.

» Les éthers acides, au contraire, sont beaucoup plus rapidement saponifiables par l'eau que leurs sels ne le sont par les bases. Les sels des éthers phosphoriques acides sont pratiquement indécomposables en solution aqueuse ou alcaline, même à une température d'environ 90°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures de tétrazodiphényl, tétrazodi-orthotolyl, tétrazodi-ortho-anisyl sur les cyanacétates de méthyle et d'éthyle* (1). Note de M. G. FAVREL.

« Dans une série de travaux, MM. Haller (2), puis Haller et Brancovici (3) en France, Krukeberg (4), Uhlmann (5), Marquart (6) en Allemagne, ont étudié l'action des cyanacétates de méthyle et d'éthyle sodés sur les chlorures diazoïques. J'ai moi-même étudié plus tard l'action de ces mêmes chlorures sur les cyanacétates de propyl normal, d'isobutyl, d'isoamyl (7). Il résulte, de tous ces travaux, que ces réactions donnent naissance à des corps se présentant généralement sous deux formes isomères, qui peuvent être considérées comme des hydrazones stéréo-isomériques.

» J'ai repris, depuis, sur les conseils de M. Haller, l'étude de ces réactions et j'ai été amené à essayer l'action des chlorures tétrazoïques cités en tête de la Note sur les cyanacétates de méthyle et d'éthyle.

» *Diphényldihydrazonecyanacétate d'éthyle*

$$\begin{array}{l} C^6H^4 - Az\begin{cases} H \\ Az = C(CAz)(CO^2C^2H^5) \end{cases} \\ | \\ C^6H^4 - Az\begin{cases} H \\ Az = C(CAz)(CO^2C^2H^5) \end{cases} \end{array}.$$

18gr,4 de benzidine finement pulvérisée sont mélangés à 50cc d'acide chlorhydrique à 40 pour 100 et 200cc d'eau. Le mélange, refroidi à zéro par de la glace, est additionné de 200cc de solution de nitrite de soude à une molécule par litre. Dans la solution du chlorure de tétrazo-diphényl ainsi obtenue, on ajoute 22gr,6 de cyanacétate d'éthyle dissous dans 50gr d'alcool, puis peu à peu de la soude étendue. On obtient ainsi un précipité jaune qui se dissout dans un excès d'alcali, d'où l'acide chlorhydrique le précipite.

» Après lavage et dessiccation, ce précipité se présente comme une poudre jaune, insoluble dans les dissolvants usuels, qui ne cristallise que de ses solutions chaudes dans

(1) Laboratoire des travaux chimiques de l'École supérieure de Pharmacie de Nancy.

(2) HALLER, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1171.

(3) HALLER et BRANCOVICI, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 714.

(4) KRUKEBERG, *J. f. prak. Chem.*, t. XLVI et XLVII, p. 579-591.

(5) UHLMANN, *J. f. prak. Chem.*, t. LI, p. 217.

(6) MARQUART, *J. f. prak. Chem.*, t. LII, p. 160.

(7) FAVREL, *Comptes rendus*, 1896, et Thèse de diplôme supérieur.

l'aniline et présente la composition du diphényldihydrazonecyanacétate d'éthyle qui prendrait naissance d'après l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} C^6H^4 - Az = AzCl \\ \mid \\ C^6H^4Az - Az - Cl \end{array} + 2\begin{array}{c} CAz \\ \mid \\ CH^2 \\ \mid \\ CO^2C^2H^5 \end{array} + 2NaOH = 2NaCl + 2H^2O + \begin{array}{l} C^6H^4 - Az\left\langle\begin{array}{l} H \\ Az \end{array}\right. = \begin{array}{c} CAz \\ \mid \\ C \\ \mid \\ CO^2C^2H^5 \end{array} \\ \mid \\ C^6H^4Az \left\langle\begin{array}{l} H \\ Az \end{array}\right. = \begin{array}{c} CAz \\ \mid \\ C \\ \mid \\ CO^2C^2H^5 \end{array} \end{array}$$

» Point de fusion 204°-206°. Ce corps se dissout dans les alcalis et fournit des combinaisons qui cristallisent difficilement. Si l'on agite avec de l'alcool sodé, on obtient le dérivé disodé à l'état anhydre.

» En substituant, dans cette réaction, au cyanacétate d'éthyle le cyanacétate de méthyle, on obtient :

» Le *diphényldihydrazonecyanacétate de méthyle*

$$\begin{array}{l} C^6H^4Az \left\langle\begin{array}{l} H \\ Az \end{array}\right. = \begin{array}{c} CAz \\ \mid \\ C \\ \mid \\ CO^2C^2H^3 \end{array} \\ \mid \\ C^6H^4 - Az\left\langle\begin{array}{l} H \\ Az \end{array}\right. = \begin{array}{c} CAz \\ \mid \\ C \\ \mid \\ CO^2C^2H^3 \end{array} \end{array}$$

fondant à 270° en se décomposant.

» Avec le dérivé tétrazoïque de l'orthotoluidine, on obtient tout aussi facilement :

» L'*orthoditolyldihydrazonecyanacétate d'éthyle*

$$\begin{array}{l} CH^3 - C^6H^3 - Az\left\langle\begin{array}{l} H \\ Az \end{array}\right. = \begin{array}{c} CAz \\ \mid \\ C \\ \mid \\ CO^2C^2H \end{array} \\ \qquad\quad \mid \\ CH^3 - C^6H^3Az \left\langle\begin{array}{l} H \\ Az \end{array}\right. = \begin{array}{c} CAz \\ \mid \\ C \\ \mid \\ CO^2C^2H^5 \end{array} \end{array}$$

fondant à 224°-225°.

» L'*orthoditolyldihydrazonecyanacétate de méthyle,* fondant vers 270° en se décomposant.

» Avec le composé tétrazoïque de l'orthodianisidine on prépare de même :

» L'*orthodianisyldihydrazonecyanacétate d'éthyle*

$$\begin{array}{l} CH^3O - C^6H^3 - Az\left\langle\begin{array}{l} H \\ Az \end{array}\right. = \begin{array}{c} CAz \\ \mid \\ C \\ \mid \\ CO^2C^2H^5 \end{array} \\ \qquad\qquad \mid \\ CH^3O - C^6H^3 - Az\left\langle\begin{array}{l} H \\ Az \end{array}\right. = \begin{array}{c} CAz \\ \mid \\ C \\ \mid \\ CO^2C^2H^5 \end{array} \end{array}$$

fondant à 283°-285°.

» L'étude de tous ces composés est continuée. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur le phosphore urinaire.* Note de M. **L. Jolly**, présentée par M. Henri Moissan.

« En 1884, MM. Lépine et Aubert ont publié dans les *Comptes rendus* une Note établissant l'existence normale, en petite quantité, de phosphore à l'état *incomplètement oxydé* dans l'urine, mais dont la proportion s'élèverait notablement dans certains états nerveux.

» Pour tirer leurs conclusions, ils se sont appuyés sur les faits suivants. Si, d'une part, dans un volume déterminé d'urine on précipite tout l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, en ayant soin d'ajouter le réactif en grand excès; d'autre part, les eaux-mères séparées du précipité par filtration, évaporées à siccité, puis calcinées avec du nitrate de potasse et traitées ensuite convenablement, donnent un nouveau précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

» Les analyses d'urine que nous avons exécutées en très grand nombre nous ont permis de constater que l'on y trouve très souvent, en plus ou moins grande quantité, des matières azotées insensibles aux réactifs albuminés et des peptones, mais précipitables par le tannin et par les solutions aqueuses concentrées de bichlorure de mercure; que chez les névropathes, chez beaucoup de diathésiques et même chez des sujets bien portants, à la suite de repas trop copieux, des matières azotées indéterminées existent souvent en quantité abondante dans l'urine.

» Ayant eu à notre disposition, à plusieurs reprises, de grandes quantités de ces urines riches en matières azotées, nous les avons traitées de la manière suivante :

» Additionnées d'une petite quantité d'aldéhyde formique, afin de les préserver d'altération, nous avons précipité la chaux par l'oxalate d'ammoniaque et la magnésie à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Après filtration, la matière azotée a été précipitée par une solution aqueuse de tannin en excès, puis lavée par décantation au moyen de solutions étendues de tannin formolées, tant que le nitrate d'urane décelait la présence de l'acide phosphorique dans les eaux de lavage. Le précipité a été ensuite redissous par l'acide acétique concentré, puis légèrement étendu d'eau et filtré. Le liquide additionné de réactif molybdique a été abandonné pendant vingt-quatre heures. La coloration brune que prend la liqueur ne permet pas de reconnaître nettement la couleur jaune caractéristique du précipité phosphomolybdique. Il est recueilli sur un filtre et lavé à l'acide nitrique étendu; redissous dans l'eau ammoniacale, il a été de nouveau précipité par le réactif molybdique. Il apparaît alors avec sa coloration jaune caractéristique.

» Cette opération, pratiquée à plusieurs reprises sur des urines différentes, nous a toujours donné les mêmes résultats.

» Il paraît ressortir de ces recherches que le phosphore urinaire qui échappe aux méthodes de dosage de l'acide phosphorique n'est pas du phosphore incomplètement oxydé, ni de l'acide phosphoglycérique, suivant une autre hypothèse émise sans documents à l'appui, mais simplement de l'acide phosphorique combiné à des bases métalliques, intimement associé encore à des matières azotées; association qui a résisté à l'action des digestifs et des oxydants intra-organiques. Nous invoquerons à l'appui de notre hypothèse les expériences de Würtz sur la préparation de l'albumine d'œuf pure, celles de Henninger sur la purification des peptones, desquelles il résulte qu'il est à peu près impossible de faire disparaître de ces produits toutes traces de phosphates métalliques. »

CHIMIE. — *Présence des chlorophylles dans un Nostoc cultivé à l'abri de la lumière*. Note de MM. **A. Etard** et **Bouilhac**, présentée par M. Henri Moissan.

« Récemment M. Bouilhac a obtenu des cultures abondantes de Nostoc punctiforme dans une solution de glucose convenablement minéralisée. Après ensemencement, le Nostoc se multiplie aux dépens de la matière glucosique, soit en vertu d'une action spécifique, soit avec l'aide d'une bactérie qui l'accompagne jusqu'à présent à l'état de mélange ou d'association symbiotique. Mais là n'est pas le principal intérêt de cette question. M. Bouilhac est parvenu à faire croître la plante, qui est verte, dans un milieu tout à fait obscur.

» Nous nous sommes demandé, au point de vue de la synthèse végétale, si le pigment contenu dans les Nostocs nés à l'abri de la lumière était d'un vert continu ou se rattachait aux chlorophylles par la présence de bandes d'absorption caractéristiques de ces dernières.

» D'après les observations de Tshirch et celles fort nombreuses que j'ai faites, les feuilles *vivantes* donnent le même spectre. La matière verte se trouvant à l'état de vie dans les feuilles, et que j'ai désignée précédemment sous le nom de *glaucophylles* (¹), ne présente pas la variété de spectres des chlorophylles séparées nécessairement *post mortem*.

(¹) A. Etard, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. XIII, avril 1898.

» J'ai constaté cependant que les extraits alcooliques tout à fait récents et non travaillés présentaient une disposition spectrale identique à celle de la plante et composée de trois bandes, rarement de quatre. Ces bandes sont remarquables par leur intensité décroissante, désignée arbitrairement par 1, 2, 3, 4, 5, dans l'ordre de leur disparition par concentration décroissante.

Nos	λ.	Largeur.	Intervalle clair.	Intensité.
I	690-650	40 λ		1
			19 λ	
II	631-606	25 λ		2
			17 λ	
III	589-568	21 λ		3
			20 λ	
IV	548-536	12 λ		4

» Selon la loi de Balmer, les raies d'émission de l'hydrogène sont espacées de telle façon qu'elles paraissent être vues en perspective. Leurs distances en longueurs d'onde λ sont données par la formule bien connue

$$\lambda = \frac{1}{A} \frac{m^2}{m^2 - 4} \qquad (m = 3, 4, 5, 6, \ldots).$$

» Pour les glaucophylles, je n'ai pas observé de perspective de distance, mais manifestement une perspective d'intensité des bandes qui paraissent de plus en plus en plus estompées dans le lointain; ce qui caractérise bien les glaucophylles vivantes est un triplet de bandes couvrant un espace décroissant en λ et donnant la sensation de série décroissante.

» La quatrième bande de cette série ne se voit sur le vif qu'en prenant des concentrations très grandes. Est-elle placée à la limite d'intensité la plus faible ou bien commence-t-elle un spectre secondaire, c'est ce qui ne peut être précisé en ce moment.

» Utilisant ces remarques, nous avons pu vérifier que le pigment vert du Nostoc punctiforme, bien qu'ayant évolué dans l'obscurité, était de nature chlorophyllienne.

» Le Nostoc vivant, flottant dans l'eau et entouré de sa gelée un peu opalescente, se prête mal à une observation spectrale. Cependant, nous y avons vu incontestablement la bande la plus intense 690-650, bien caractérisée. Il convenait cependant de voir le spectre complet, pour avoir une pleine certitude. Dans ce but, il a été fait ce qui suit :

» La culture déjà décantée est filtrée par petites portions à la trompe, sur un disque filtrant à grande surface, car la gelée du Nostoc imperméabilise très rapidement les filtres. Le produit essoré avec son papier est

trituré avec de l'alcool à 90° qui, en moins d'une minute, se colore en jaune vert. La filtration donne une solution limpide, à fluorescence rouge manifeste, qu'on regarde aussitôt au spectroscope sur une longueur de $0^m,15$. Les trois bandes en perspective d'intensité ci-dessus décrites sont, cette fois, très nettement visibles. Seule la bande IV se montre d'une intensité inusitée, comprise à ce point de vue entre 1 et 2 (voir le Tableau).

» Afin d'avoir toute certitude, une comparaison immédiate a été faite avec la solution récente d'un végétal supérieur : le Sureau vulgaire. La coïncidence des bandes en λ s'est montrée parfaite, seule la bande IV s'est montrée des plus faibles en intensité.

» Il n'est donc pas douteux que le Nostoc punctiforme, cultivé à l'obscurité, conserve le pouvoir de faire des chlorophylles. Il serait curieux de savoir si ces chlorophylles se conservent à l'état inutile, comme dans le cas de l'hérédité des organes atrophiés, ou si, le sucre étant fourni sans lumière, elles gardent la mission de le transformer en d'autres matériaux organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un produit de dédoublement de l'albumine.* Note de M. **J.-M. Albahary**, présentée par M. Arm. Gautier [1].

« En cherchant à substituer l'iode à l'hydrogène dans une molécule d'albumine, nous avons été amené à faire agir l'iode à l'état naissant sur le blanc d'œuf. Voici la méthode suivie et les résultats obtenus.

» On prend 100^{gr} de blanc d'œuf sec ordinaire; après l'avoir pulvérisé très fin, on le mêle intimement à 20^{gr} de phosphore rouge. On ajoute environ 20^{cc} d'eau, puis on incorpore à cette pâte, lentement et, peu à peu, l'iode, en agitant continuellement. Au bout de quelque temps, on observe que la masse devient plus claire et qu'elle commence à s'échauffer. On a employé alors environ 90^{gr} d'iode. On cesse à ce moment d'en ajouter, mais on continue d'agiter. La température de la pâte s'élève encore et la masse durcit. Si on l'abandonne quelques heures à elle-même, elle se ramollit; puis, on voit se former un précipité que surnage un liquide jaunâtre. On filtre; le précipité est recueilli; on le lave à l'alcool jusqu'à ce que celui-ci soit incolore. Le précipité est dissous dans la potasse diluée; on filtre encore pour éliminer une petite quantité de phosphore non attaqué. De cette solution limpide on précipite, par l'acide chlorhydrique étendu, un corps blanc floconneux. On décante et on lave le précipité à l'eau distillée pour enlever toute la potasse.

» Une analyse qualitative montre immédiatement que ce corps ne contient pas d'ha-

(1) Travail du laboratoire de M. A. Gautier, Faculté de Médecine. Paris.

logène, surtout pas d'iode, ce qui indique que nous ne sommes pas en présence de l'iodalbumine signalée récemment par M. Hofmeister. D'ailleurs la calcination ne donne pas de cendres; ce corps contient seulement les éléments C, H, Az, S et O.

» Desséché dans le dessiccateur ou dans l'étuve à 110° ce composé amorphe prend un ton brun rougeâtre. Il devient dur, cassant et transparent. Il est facilement soluble dans les alcalis dilués ou concentrés, surtout dans l'ammoniaque; les acides étendus le reprécipitent de cette solution sous la forme d'une masse blanche, floconneuse. C'est là un procédé commode pour le purifier.

» Pour être certain que nous étions en présence d'un corps défini, nous avons cherché à en obtenir un sel cristallisé et nous avons été assez heureux pour arriver à un bon résultat avec le sodium. Voici la marche à suivre :

» On fait une solution concentrée de ce corps dans la lessive de soude exempte de carbonate et l'on ajoute de l'alcool jusqu'à un commencement de trouble. On porte le tout sur un bain-marie pour redissoudre le trouble, puis on laisse lentement refroidir le liquide et on le met quelques jours dans le vide en remplaçant l'alcool évaporé par une quantité égale d'alcool à 95°. Au bout de vingt-quatre heures on commence à voir la formation de fines aiguilles qui vont s'amasser au fond du vase.

» Ces cristaux, lorsqu'ils ont été lavés à l'alcool et séchés, sont parfaitement blancs; ils ne fondent pas encore à 270° quoique leur décomposition ait déjà commencé vers 250°. Ils sont très solubles dans l'eau, moins solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther. La solution aqueuse abandonnée à elle-même laisse précipiter une petite quantité d'un corps blanc et amorphe que l'analyse démontre être l'acide du sel de soude précédent; c'est donc qu'il y a eu commencement de dissociation de ce sel grâce à la masse d'eau. Prenant une solution aqueuse de ces cristaux et la traitant par un peu d'acide acétique dilué, il se précipite l'acide correspondant au sel de soude. Soumis à l'analyse il donne $C = 50,25$; $H = 6,96$ pour 100.

» Dans une Note ultérieure, nous reviendrons sur l'analyse du sel de soude cristallisé lui-même. Il présente des particularités intéressantes.

» Le corps principal que l'on obtient par l'action de l'iode en présence du phosphore et de l'eau sur l'albumine d'œuf est bien l'acide qui donne avec le sodium le sel bien défini ci-dessus; en effet, voici les résultats que nous ont donnés trois analyses de cet acide :

	I.	II.	III.
C.......	50,02 p. 100	50,51 p. 100	50,09 p. 100
H.......	7,04 »	7,04 »	7,12 »
Az......	17,18 »	17,21 »	17,20 »
S.......	2,12 »	2,15 »	2,15 »
O.......	23,64 »	23,09 »	23,44 »

» En comparant ces résultats à l'analyse de l'acide précipité par l'acide acétique du sel de sodium cristallisé précédent, on voit que le carbone et l'hydrogène correspondent. Ces corps se confondent, comme l'indique d'ailleurs l'ensemble de leurs propriétés.

» Cet acide, que je propose de nommer *acide ovalbuminique*, lorsqu'il a été desséché à 110°, fond en se décomposant vers 260°-270°. Il est presque insoluble dans l'eau, ainsi que dans les solutions des carbonates neutres alcalins concentrées ou diluées, en particulier il est insoluble dans une solution de phosphate de sodium. Il se dissout dans les acides minéraux; sa solution acétique se trouble par l'eau de chaux et les sels de calcium. Il est insoluble dans une solution de NaCl à 20 pour 100 et à 10 pour 100, soit à froid soit à chaud.

» Nous avons soumis pendant quelques jours à la dialyse une solution de ce corps en milieu alcalin pour enlever presque toute la base (voir ci-dessus) et nous avons étudié l'action de différents sels sur cette solution presque neutre. Les sels de chaux donnent un précipité blanc. Si on chauffe cette solution avec SO^4Ca ou avec un mélange de $NaCl + SO^4Mg$, on provoque la formation d'un coagulum. Le NaCl employé seul n'agit pas de même.

» Ce composé donne la réaction xantoprotéïque, celle de biuret et celle de Molisch. Le ferrocyanure de potassium ajouté à sa solution acétique forme un précipité verdâtre qui, chauffé avec une trace de HCl, prend une teinte bleu foncé. La solution chlorhydrique ne donne pas de précipité par le ferrocyanure mais une coloration bleu foncé. Il répond à la réaction de Millon et à celle d'Adamkiewicz.

» Le soufre paraît y exister sous la forme sulfonée, le produit ne donnant pas de réaction avec l'acétate de plomb.

» Ce corps est précipité de sa solution chlorhydrique par l'acide phosphomolybdique et par l'acide phosphotungstique sous forme d'une masse blanche stable. Le réactif de Bouchardat le précipite abondamment.

» Avec une solution d'acide ovalbuminique dans l'acide chlorhydrique un peu concentré, nous avons obtenu un picrate, un sel de platine et un sel d'or. Le picrate et le sel d'or surtout, donnent des beaux cristaux.

0,1919 du sel d'Au desséché à 100°
donnent
0,0188 d'Au après calcination.

» Le poids moléculaire du sel d'or est donc 2011 et le poids moléculaire de l'acide est égal à 1670.

» Par quelques réactions chimiques, l'acide ovalbuminique se rapproche beaucoup de la caséo-albumine de M. A. Gautier; mais, dans les conditions ci-dessus indiquées, nous n'avons pu obtenir, avec cette caséo-albumine, ni le sel d'or ni le sel de sodium cristallisés. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la bactérie du sorbose sur le sucre de bois* ([1]). Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« Après avoir reconnu que la bactérie du sorbose oxyde certains alcools plurivalents, tels que la sorbite, la mannite ou la glycérine, en les transformant en sucres cétoniques ([2]), il m'a paru intéressant de rechercher comment elle se comporterait vis-à-vis de corps plus complexes, par exemple les glucoses, qui possèdent, en plus de nombreux hydroxyles, un groupement aldéhydique. J'ai commencé cette étude par le xylose, ou sucre de bois, et voici les résultats auxquels je suis arrivé.

» Quand on ensemence la bactérie en question dans un liquide nutritif à base de xylose, les petites colonies qui prennent naissance autour de chaque germe se réunissent d'abord en une seule membrane superficielle, comme cela a lieu avec les bouillons à la sorbite ou à la glycérine, mais elles ne se développent jamais aussi abondamment que dans ces derniers. La zooglée définitive prend par suite un aspect assez différent. Au lieu d'être homogène, c'est-à-dire d'un blanc opaque, épaisse et résistante en toutes ses parties, elle n'a plus ces caractères que par places, qui sont comme autant de taches correspondant chacune à l'une des colonies primitives. Tout le reste est transparent et sans consistance.

» Ce moindre développement de la zooglée provient évidemment de ce que le xylose n'a pas pour la bactérie une valeur alimentaire aussi grande que les alcools employés dans les précédentes expériences. Il ne disparaît des cultures qu'avec lenteur et, à cause de cela, ne doit pas y être introduit en trop grande proportion. Pour mes recherches, je me suis donc arrêté à la formule de bouillon suivante :

Eau de levure à 0,5 pour 100 d'extrait....	1^{lit}
Xylose cristallisé........................	20^{gr}

([1]) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 762, 842 et 984; 1898.

» Ce bouillon était réparti par portions de 250^{cc} dans de grands matras à fond plat, où il occupait une hauteur de 2^{cm} environ. Comme d'habitude, il était maintenu, une fois ensemencé, dans une étuve chauffée à la température sensiblement optimale de 29° à 30°.

» Après deux et même quatre semaines, le contenu de chaque matras réduisait encore la liqueur de Fehling. Ainsi, j'ai trouvé :

Dans le premier cas..........	3^{gr},59 de sucre,
Et dans le second cas.........	2^{gr},70

au lieu de 5^{gr}, contenus à l'origine.

» En même temps, le liquide avait acquis une réaction d'un caractère tout spécial. Lorsqu'on y ajoutait peu à peu de la potasse titrée, on arrivait bientôt à saturer l'acide libre, mais cet état de neutralité était vite disparu; après quelques secondes déjà, le tournesol indiquait l'apparition d'une petite quantité d'acide; celui-ci étant de nouveau saturé, le même phénomène se reproduisait, et ainsi de suite, jusqu'à ce que, enfin, on soit arrivé à une neutralisation définitive.

» Ce caractère, joint au souvenir des expériences de Boutroux (¹) et de Brown (²) sur la transformation microbiologique du glucose en acide gluconique, m'a fait penser que le corps apparu dans les cultures additionnées de xylose pouvait bien être de l'acide xylonique. On sait, en effet, que cet acide présente avec le xylose la même relation que l'acide gluconique avec le glucose. Comme tous ceux de la même série, il se déshydrate partiellement, même au sein de l'eau, et passe à l'état de lactone, dont la réaction est neutre. La transformation ne s'arrête que lorsqu'il y a un certain rapport, variable avec la concentration, la température, etc., entre la quantité de lactone et celle de l'acide. Si l'on sature ce dernier, l'équilibre est détruit, et une portion de lactone dissoute repasse à l'état d'acide. C'est donc seulement par une série de neutralisations successives (³) qu'on peut doser alcalimétriquement tout l'acide xylonique, libre ou à l'état de lactone, qui a pu se former dans les bouillons de culture.

(¹) *Comptes rendus,* t. XCI, p. 236; 1880.

(²) *Journal of the chemical Society,* t. XLIX, p. 432; 1886.

(³) Ou bien en ajoutant tout de suite un excès d'alcali, faisant chauffer quelques minutes et ramenant à la neutralité avec de l'acide titré.

» D'après cela, j'ai trouvé dans le matras :

	Acidité (exprimée en acide xylonique).	Xylose correspondant à l'acide xylonique.	Sucre restant.	Somme.
Après deux semaines	1gr,46	1,32	3,59	4,91
Après quatre semaines......	2gr,27	2,04	2,70	4,74

la quantité initiale de xylose étant, je le rappelle, de 5gr dans chaque matras.

» Si l'on tient compte maintenant de la réaction très spéciale des liquides de culture et de l'absence presque totale d'acides volatils dans ceux-ci, on voit que les résultats quantitatifs rapportés plus haut parlent fortement en faveur d'une production d'acide xylonique. J'ai pu démontrer définitivement que cette hypothèse était exacte en isolant l'acide sous la forme très caractéristique que j'ai déjà signalée, sous la forme de xylonobromure de cadmium ([1]).

» Pour cela, 100cc de la culture de deux semaines (préalablement ramenée au volume primitif d'un quart de litre) furent complètement saturés avec de la potasse étendue, additionnés de 1gr de bromure de cadmium cristallisé, et réduits, après filtration, à 25cc. Le liquide, mélangé avec son volume d'alcool, laissa précipiter, en vingt-quatre heures, 1gr,26 de sel double, correspondant à 1gr,39 d'acide xylonique pour la totalité de la culture. Le titrage en avait indiqué, d'une manière approximative, 1gr,45.

» L'identité de ce sel a d'ailleurs été établie par un dosage de brome :

Trouvé	Calculé pour $C^5H^9O^6.Cd.Br + H^2O$
21,29 pour 100	21,33 pour 100

et l'examen de son pouvoir rotatoire.

» En solution à 5 pour 100 dans l'acide sulfurique normal et sous une épaisseur de 30cm, on a trouvé (température : + 19°-20°).

	Avec le xylonobromure de fermentation.	Avec le xylonobromure ordinaire.
Un quart d'heure après la dissolution..	—0°24′	—0°28′
Vingt-quatre heures après la dissolution.	+1°22′	+1°14′

([1]) *Le xylose,* thèse de l'École de Pharmacie de Paris (1894) et *Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. XV, p. 592; 1896.

» Quant au corps réducteur, trouvé dans le bouillon à la fin de la culture, il était nécessaire de rechercher si c'était bien encore du xylose.

» Une certaine quantité de la culture fut donc séparée de l'acide xylonique qu'elle renfermait par la méthode décrite plus haut, puis débarrassée de l'excès de cadmium et de brome par l'action successive de l'hydrogène sulfuré et du carbonate de plomb. La solution limpide et presque incolore fut alors concentrée dans le vide à consistance de sirop épais, et celui-ci repris par l'alcool absolu. Après repos et décantation, la liqueur alcoolique, qui renfermait la totalité du corps réducteur, fut évaporée : elle laissa une masse solide de cristaux qu'il fut facile de reconnaître pour du xylose.

» En résumé, quand on cultive la bactérie du sorbose sur une décoction de levure additionnée de xylose ou sucre de bois, elle manifeste son action oxydante en transformant le sucre, à quelques centièmes près, en un acide monobasique correspondant, en acide xylonique. Reste à savoir, maintenant, si elle se comporte de même vis-à-vis des autres glucoses. C'est ce que je compte montrer prochainement. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations biologiques sur la vie coloniale des Tuniciers fixés (Botrylles et Botrylloïdes).* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les observations qui suivent ont été faites sur des colonies de Botrylles et de Botrylloïdes que je conserve vivantes, depuis le mois de janvier, à mon laboratoire du lycée Janson de Sailly. J'ai réussi à faire fixer ces colonies de manière à rendre possible l'examen microscopique de leurs deux faces et à pouvoir noter ainsi journellement leurs moindres transformations.

» L'histoire générale de la blastogénèse chez ces Tuniciers est aujourd'hui parfaitement connue ([1]), en particulier les phénomènes de leur bourgeonnement continu, leur circulation coloniale, les singulières migrations des jeunes ovules que les individus âgés transmettent, avant de mourir, aux nouvelles générations chez lesquelles ils arriveront à maturité, etc. Mais il était nécessaire, pour confirmer ces différentes observations et élucider en particulier le rôle du facteur *temps* dans ces phénomènes évolutifs, de suivre *les mêmes colonies* pendant une période

([1]) A. Pizon, *Histoire de la blastogénèse chez les Botryllidés* (*Ann. des Sciences naturelles*, t. XIV; 1893.

suffisamment longue et non pas seulement en été, comme on a coutume de le faire pour ce genre de recherches, pendant les quelques semaines que l'on passe dans les laboratoires maritimes.

» Du premier février au 15 mai, c'est-à-dire dans l'espace de trois mois et demi, j'ai vu se succéder sept générations différentes dans des cormus de *Botrylloïdes rubrum*. Les individus d'une même génération apparaissaient, puis régressaient simultanément.

» Chaque jeune ascidiozoïde, alors qu'il n'avait encore que le cinquième environ de la taille de l'adulte, en engendrait deux autres, l'un à droite et l'autre à gauche de son sac branchial; mais l'un des deux s'atrophiait assez fréquemment; dans d'autres cas, relativement rares, un ascidiozoïde en formait deux autres du même côté de sa branchie.

» Aucune de ces sept générations n'est arrivée à maturité sexuelle.

» La substance de la tunique se forme d'une façon continue au contact des ascidiozoïdes, mais elle garde une épaisseur à peu près uniforme, parce que sa surface s'exfolie régulièrement, surtout au moment où se produit la régression des plus vieux individus.

» Chaque génération ne reste à l'état adulte qu'un temps relativement court : depuis le moment où les ascidiozoïdes ouvrent leurs orifices à l'extérieur, en prenant la tunique commune, jusqu'à celui où ils les contractent pour entrer en régression, *il s'est toujours écoulé de six à sept jours seulement*.

» La dégénérescence s'effectue également avec rapidité; le sac branchial se contracte fortement, ses éléments se désagrégent et sont entraînés dans le torrent circulatoire de la colonie. Au bout d'un seul jour, la taille des individus morts se trouve réduite de ses deux tiers. La désagrégation gagne rapidement le tube digestif et vers le cinquième jour il ne reste plus de chaque ascidiozoïde qu'une petite masse granuleuse jaune pâle, profondément enfoncée dans la tunique et dont le volume atteint à peine celui des ampoules sanguines qui bordent la périphérie du cormus.

» Les ascidiozoïdes d'une nouvelle génération sont encore très petits quand ceux de la génération précédente ferment leurs orifices et entrent en régression; ils n'ont guère encore que le quart de la taille adulte, mais ils grandissent très rapidement pendant que la dégénérescence des anciens se continue, et, en général, ils arrivent à ouvrir leurs orifices quatre ou cinq jours plus tard; encore deux ou trois jours, et ils atteignent leur taille adulte définitive.

» J'ajoute que les asridiozoïdes sont parfaitement capables de se déplacer au sein de la tunique commune; ils sont toujours répartis très irrégulièrement au moment où les phénomènes entrent en régression; ils se rapprochent insensiblement et finissent par se réunir en groupes ou systèmes, au centre de chacun desquels il se forme un cloaque commun par l'allongement et le redressement des languettes cloacales. J'ai toujours remarqué que ceux qui se trouvent trop éloignés, et qui n'arrivent pas à rejoindre les autres pour vivre de la coloniale, s'atrophient très vite.

» Le phénomène le plus curieux et le plus frappant que m'aient présenté

ces colonies est celui de la vitalité particulière du cœur. Les contractions de cet organe présentent une persistance vraiment remarquable. Au lieu de prendre fin avec la mort de l'ascidiozoïde, c'est-à-dire au moment où les orifices de ce dernier se ferment et où ses organes se dissocient, elles persistent longtemps encore avec les mêmes rythmes et restent en concordance parfaite avec celles des ascidiozoïdes vivants.

» La vitalité du cœur ne paraît même pas souffrir des progrès rapides que fait la dégénérescence dans le reste du corps. Et quand l'ascidiozoïde n'est plus qu'une toute petite masse granuleuse de quelques dixièmes de millimètre, inférieure aux ampoules sanguines de la périphérie du cormus, le *cœur continue à battre* et à associer son action à celle des individus vivants, pour répartir dans l'ensemble des vaisseaux coloniaux l'énorme masse des éléments fournis par la régression de l'ascidiozoïde qu'il animait quelques jours auparavant. Ainsi se trouve confirmée *de visu* cette persistance des contractions cardiaques que j'avais été déjà conduit à admettre, il y a quelques années, par le seul examen histologique du cœur ([1]). Ce curieux phénomène doit être de même ordre que celui que l'on observe dans un cœur isolé de grenouille, dont on entretient les battements, tout simplement en le faisant traverser par un courant sanguin.

» J'ai observé la même vitalité du cœur sur des larves de *Botrylloïdes rubrum* et de diverses espèces de *Botryllus* à l'état de régression très avancée, ainsi que chez des colonies âgées de ces mêmes Botrylles; toutefois, chez ceux-ci, les contractions persistent un peu moins longtemps que chez les *Botrylloïdes rubrum* dont je parlais plus haut.

» Une fois qu'il est arrêté, le cœur se désagrège à son tour et il ne reste finalement qu'une très légère ampoule jaunâtre, sur le trajet des vaisseaux sanguins, pour marquer la place qu'occupait l'ancien ascidiozoïde.

» D'autre part, si le cœur est l'organe qui ne disparaît qu'en dernier lieu, il est aussi le premier à entrer en activité fonctionnelle; chez les individus très jeunes, dont la taille est à peine le cinquième de celle de l'adulte, on le voit déjà battre régulièrement et associer ses mouvements rythmiques à ceux des individus plus âgés.

» Dans une même colonie, les différents cœurs se contractent simultanément et tous dans le même sens, chassant, par exemple, les corpuscules sanguins et les éléments d'origine régressive dans les ampoules périphériques; puis, à mesure que la pression augmente dans ces ampoules, les

---

([1]) *Loc. cit.*

battements se ralentissent progressivement et à un certain moment ils paraissent devoir s'arrêter totalement, mais tout à coup le *renversement de la circulation* s'opère; le sang accumulé à la périphérie se précipite en sens inverse dans les parties centrales de la colonie et les cœurs changent le sens de leurs contractions, qui passent subitement par un nouveau maximum. Ce curieux renversement de la circulation est d'ailleurs dû tout simplement à la pression que le liquide sanguin acquiert peu à peu dans les ampoules périphériques, et contre laquelle les contractions cardiaques se trouvent incapables de lutter à un moment donné. »

ZOOLOGIE. — *Réaction alcaline des chambres et galeries des nids de Fourmis. Durée de la vie des Fourmis décapitées.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Émile Blanchard.

« La réaction indiquée par du tournesol placé dans l'intérieur d'un nid de Fourmis n'est pas, comme on pourrait le supposer, une réaction acide, mais bien une réaction alcaline. En effet, des morceaux de papier tournesol rouge placés dans un nid y deviennent bleus en quelques jours.

» Le bleuissement a lieu lentement avec les *Myrmicinæ*. Dans un nid du *Solenopsis fugax*, qui est la plus petite des Fourmis de France, il y avait, depuis plusieurs jours, un petit carré de papier tournesol qui était resté presque entièrement rouge. A la suite d'un dérangement du nid, les Fourmis transportèrent des larves sur le papier tournesol : le lendemain matin, ce dernier était devenu entièrement bleu.

» Avec les *Lasius*, le bleuissement est bien plus rapide. Si l'on introduit du papier tournesol rouge dans les orifices d'entrée de leurs nids, on le retrouve, dès le lendemain, au moins partiellement bleui.

» Le papier tournesol placé dans un nid est souvent déchiqueté par ses habitants. La bordure attaquée et le produit floconneux du déchiquetage sont toujours bleus.

» La réaction alcaline des chambres d'habitation doit être attribuée aux produits des glandes tégumentaires. Toutes ces glandes, la glande à venin acide exceptée, sécrètent, en effet, des produits alcalins.

» Si l'on écrase, entre deux feuilles de papier tournesol rouge, légèrement mouillées, soit la glande mandibulaire isolée avec son réservoir, soit la partie inférieure du corselet qui contient une glande à produit volatil ([1]), on constate, à l'endroit où a eu lieu l'écrasement, une légère tache bleue. Le bleuissement du papier sur lequel des *Solenopsis* avaient déposé leurs larves est dû au léchage incessant de ces dernières par les ouvrières et doit être attribué au produit de la glande labiale.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1168.

» Si, normalement, le papier tournesol, placé dans l'intérieur d'une fourmilière, accuse une réaction faiblement mais nettement alcaline, il n'en est plus de même dans un nid de *Formicinæ* lorsque ses habitants sont inquiétés. Lorsque des *Formica sanguinea* ont envahi, pour le piller, un nid de *F. fusca,* on perçoit, aussitôt, au-dessus de ce nid, une forte odeur d'acide formique. Si l'on approche brusquement, du sommet d'un dôme de *F. rufa,* une feuille de papier tournesol bleu, on constate que les jets de venin atteignent le papier et le criblent de points rouges dès qu'il est arrivé à quelques décimètres de distance. Dans un nid de *Lasius flavus* où du papier tournesol rouge est devenu tout à fait bleu, il suffit d'exciter les Fourmis qui circulent à la surface de ce papier pour le faire rougir instantanément. Malgré la grande quantité d'acide formique que les *Formicinæ* sont capables d'émettre dans ces circonstances, le papier tournesol devenu rouge a, au bout de quelques heures, repris la couleur bleue. Avec les *Myrmicinæ* qui, elles, déversent leur venin non pas directement au dehors, mais seulement à l'intérieur de leur aiguillon, et cela en quantité très minime, les choses se passent différemment. Lorsqu'elles ont bleui un morceau de papier tournesol, on peut les exciter et, même, les faire rouler, au moyen d'un pinceau, à la surface de ce papier, sans obtenir autre chose que quelques petits points rouges.

» Le venin que les *Formicinæ* émettent, en grande quantité, lorsqu'elles sont inquiétées, exerce une action énergique non seulement sur leurs ennemis, mais aussi sur leurs compagnes et sur elles-mêmes. Tandis que des *Myrmicinæ* peuvent être conservées assez longtemps vivantes lorsqu'on les enferme, même en grand nombre, dans un très petit tube, des *Formicinæ,* placées dans les mêmes conditions, meurent très rapidement, tuées par le venin qu'elles ont émis au moment où on les a introduites dans le tube.

» La faculté que les *Formicinæ* possèdent de ramener au bleu, plus rapidement que ne le font les *Myrmicinæ,* le papier tournesol rouge, montre que leurs glandes alcalines présentent une puissance plus grande pour la neutralisation des liquides acides, et cela paraît être en rapport avec le mode d'emploi de leur venin. Lorsque, pour se défendre, des *Formica* ont lancé du venin, qu'elles en ont couvert les matériaux de leur nid et une partie de leur corps, il est bien utile qu'elles puissent s'en débarrasser le plus rapidement possible. C'est l'alcalinité du produit de leurs glandes tégumentaires et, en particulier, des glandes de la région buccale, qui leur permet d'atteindre ce résultat.

» Lorsqu'un *Lasius* ou une *Formica* fait pénétrer ses mandibules dans les téguments de son ennemi et amène son abdomen sur la blessure ainsi produite, pour la couvrir de venin, une petite quantité de ce venin peut se répandre sur les organes buccaux de la Fourmi, et l'on conçoit quelle peut être, en cette circonstance, l'utilité d'une sécrétion alcaline. L'alcalinité du produit des glandes tégumentaires constitue, ainsi, pour les Fourmis un moyen de défense contre l'action du venin, aussi bien pour le cas où ce venin a été projeté sur elles par une Fourmi ennemie que dans celui où elles se sont mouillées avec leur propre venin.

» La glande accessoire qui se trouve auprès de la glande à venin acide présente une réaction alcaline (Carlet). Le produit de cette glande a été considéré comme étant destiné à lubrifier les parties frottantes de l'aiguillon, mais cette opinion tend à être abandonnée. Pour Carlet, le produit de cette glande serait destiné à compléter la composition du venin au moment où il est employé. L'action si énergique que le venin des Fourmis exerce sur leur propre corps m'a amené à supposer que cette glande annexe dont le produit vient se déverser au même point que celui de la glande acide pourrait avoir à remplir un rôle différent. Chez les *Myrmicinæ*, c'est-à-dire chez les Fourmis pourvues d'un aiguillon pointu et vulnérant, ce produit pourrait avoir pour rôle de neutraliser le venin dont il reste nécessairement une petite quantité dans l'intérieur de l'aiguillon, lorsque l'animal a cessé de piquer son ennemi. Chez les *F. rufa* ☿ une très grande quantité de liquide acide peut être projetée au loin par l'appareil vénénifique qui a perdu la faculté de piquer. La glande alcaline qui, tout en étant assez volumineuse, est beaucoup plus petite que l'ensemble de la glande acide et de son réservoir, a probablement pour fonction de neutraliser la petite quantité de venin qui a pu mouiller la région délicate et peu chitinisée, qui entoure l'aiguillon et l'anus.

» Ayant eu à décapiter des Fourmis (*F. rufa* ☿) pour la recherche des *Rhabditis* parasites contenus dans leur tête [1], j'en ai profité pour déterminer pendant combien de temps les individus, ainsi mutilés, seraient capables, sous la seule influence de leurs ganglions thoraciques, de mouvoir leurs membres. Les individus décapités ont été conservés dans une chambre humide. Tous sont restés capables de se tenir sur leurs pattes et de mouvoir ces dernières sous l'influence d'une légère excitation extérieure, et, cela, pendant plusieurs jours, à savoir : trois individus pendant deux jours, un pendant trois jours, deux pendant cinq jours, un pendant sept jours, deux pendant neuf jours, un pendant dix-neuf jours.

» Il est à remarquer que cette expérience à été faite d'une façon incidente et sans précautions particulières. C'est sans doute là une des raisons pour lesquelles les résul-

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 700.

tats obtenus sont si différents les uns des autres. La Fourmi qui a vécu dix-neuf jours après sa décapitation était une ouvrière de forte taille dont l'abdomen était distendu par la nourriture emmagasinée dans le jabot. Sa tête, assez volumineuse, avait fourni une centaine de *Rhabditis*. Je me propose de refaire cette expérience en me mettant à l'abri des organismes destructeurs qni envahissent la plaie, et j'obtiendrai, sans doute, surtout avec des reines décapitées au commencement de l'engourdissement hivernal, une durée de survie encore plus longue. »

BOTANIQUE. — *Amélioration de la Carotte sauvage, par sa greffe sur la Carotte cultivée*. Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai déjà montré, dans des Communications antérieures et dans divers Mémoires, que l'on peut améliorer les Choux en greffant entre elles deux variétés convenablement choisies ([1]) et en semant les graines récoltées sur le greffon ; que l'on peut faire varier une plante sauvage, comme l'Alliaire officinale, en la greffant sur une plante cultivée appartenant à un genre différent, comme le Chou vert ([2]).

» Poursuivant ce genre de recherches, j'ai voulu voir ce qui se passerait en greffant cette fois une plante sauvage sur l'une des races tranchées qu'elle a fournies à la suite d'une longue culture; j'ai greffé, dans ce but, la Carotte sauvage (*Daucus Carota*) sur la Carotte rouge demi-longue, variété potagère bien connue ([3]).

» On sait que ces deux plantes diffèrent par leur port, leur villosité, leur couleur et par le diamètre de leurs racines. La Carotte sauvage a ses feuilles plus ou moins étalées en général, d'un vert glauque et très velues ; sa racine est blanche, peu épaisse, car elle atteint 1^{cm} de diamètre environ. La Carotte rouge demi-longue a des feuilles dressées, moins velues et d'un vert plus intense; sa racine est rouge, très grosse, puisqu'elle atteint une épaisseur de 6^{cm} et plus.

» Une fois greffée, la Carotte sauvage s'est développée normalement en

---

([1]) L. Daniel, *Création de variétés nouvelles par la greffe* (*Comptes rendus*, 30 avril 1894).

([2]) L. Daniel, *Un nouveau Chou fourrager* (*Revue générale de Botanique*, 1895), et *Influence du sujet sur la postérité du greffon* (*Le Monde des Plantes*, 1895).

([3]) Cette greffe est délicate, mais elle réussit en prenant certaines précautions sur lesquelles je n'ai pas à insister ici.

épuisant les réserves de son sujet, la Carotte rouge. Elle a fourni des fruits abondants, tous une fois et demie à deux fois plus larges que ceux des témoins, et à épines beaucoup plus développées.

» J'ai semé ces graines au mois de mars dernier, comparativement avec celles des Carottes sauvages témoins, venues côte à côte avec les Carottes greffées, toutes conditions égales d'ailleurs.

» Voici, sous forme de Tableau, les résultats de mes semis :

Carotte sauvage greffée.	*Carotte sauvage témoin.*
Sur 30 germinations, j'ai obtenu : 2 plantules à trois cotylédons entiers; 2 plantules à trois cotylédons, dont un cotylédon bifide; 1 plantule à deux cotylédons, dont un bifide; 1 plantule à un seul cotylédon.	Sur 30 germinations et plus, je n'ai observé que des plantules possédant deux cotylédons entiers.
Les jeunes plantes fournies par ces plantules sont plus grandes, plus vertes, moins velues, et sont, sous ce rapport, plus ou moins nettement intermédiaires entre la Carotte rouge et la Carotte sauvage. Dans quelques-unes, les feuilles les plus âgées s'étalent; mais, dans les autres, elles ont le port de la carotte rouge.	Les jeunes plantes témoins ont une végétation normale. Les feuilles sont de taille moyenne et rappellent absolument la Carotte sauvage ordinaire.
8 jeunes plantes ont monté directement à graines.	Aucune des jeunes plantes n'a monté à graines.
Dans le reste, une dizaine environ de pieds ont une racine renflée, atteignant un diamètre variant entre 15^{mm} et 25^{mm}. La couleur reste blanche (avec le collet vert dans les racines qui font légèrement saillie hors du sol).	Racine normale, atteignant actuellement, dans les plus beaux échantillons, une épaisseur maxima de 8^{mm}.

» Ce Tableau fait ressortir quatre différences intéressantes : La proportion élevée des anomalies dans le nombre des cotylédons et leur forme, anomalie qui s'observe dans certaines Ombellifères, mais non avec cette intensité;

» La fréquence de la montée directe à graines, accident assez commun dans les Carottes cultivées, rare dans la plante sauvage;

» Un changement caractéristique dans le port, la couleur et la villosité des feuilles, qui ont acquis certains des caractères du sujet;

» Enfin l'apparition d'une notable tuberculisation, rappelant celle du sujet, mais sans changement de couleur dans la racine.

» Cette expérience démontre une fois de plus :

» 1° Au point de vue théorique : *l'existence de l'influence du sujet sur la postérité du greffon*. Cette influence détermine non seulement la variation en général, mais un mélange plus ou moins complet, suivant les plantes, des caractères du sujet et du greffon, de sorte que, dans la descendance de ce dernier, se produit une sorte d'affolement rappelant celui du métissage et de l'hybridation sexuelle;

» 2° Au point de vue pratique : *la possibilité d'améliorer les plantes sauvages par la greffe suivie de semis et de les faire entrer dans la culture par une sélection intelligente des produits ainsi obtenus.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des ascensions des trois ballons-sondes lancés à Trappes, le 8 juin.* Note de M. **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

« Pour faire suite à ma Communication du 13 juin, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de l'étude des courbes rapportées par les trois ballons-sondes lancés à l'observatoire de Météorologie dynamique. La comparaison des instruments a été faite à Trappes le 7 juin avant le départ et au retour des ballons au laboratoire de l'École Normale, grâce à l'obligeance de M. Violle. J'ai pu ainsi suivre la marche des thermomètres jusqu'à — 75° et étudier l'influence de la température sur les baromètres anéroïdes.

» Ces comparaisons ont donné des résultats satisfaisants pour les thermomètres à réservoir métallique employés à l'enregistrement; pour les baromètres la vérification par la machine pneumatique donne des résultats moins précis; l'élasticité des boîtes n'étant pas complète, il en résulte une certitude d'environ $0^m,01$ de mercure sur les pressions, ce défaut n'affecte d'une façon sensible que la partie la plus haute de la trajectoire du ballon-sonde n° 1.

» Dans tous nos calculs nous avons adopté les coefficients qui donnent les plus faibles différences de pression : nos hauteurs extrêmes sont donc des hauteurs minima.

» Le premier ballon a suivi en s'élevant du sol une trajectoire curviligne se dirigeant vers l'ouest. Sous la poussée du vent inférieur, il a peu à peu rallié le nord pour prendre définitivement la direction du nord-est qui est celle de la ligne qui joint Trappes à Origny-Sainte-Benoite, où il est tombé, franchissant ainsi 160^{km} en trois heures vingt-cinq minutes. Sa trajectoire est un peu à droite de la direction des cirrus qu'on a pu mesurer à $3^h 12^m$ et qui venaient du sud-35°-ouest, marchant ainsi à peu

près en sens contraire du vent inférieur. Le second ballon, parti deux heures plus tard vers l'ouest, s'est dirigé peu à peu vers le nord-30°-est, le troisième est tombé au nord-nord-ouest suivant le vent inférieur.

» Voici le résumé des résultats fournis par les enregistreurs :

	Température de l'air.			
	1er ballon parti à 3h am.			
Altitude.	Montée.	Descente.	2e ballon parti à 5h am.	3e ballon parti à 8h am.
km	°	°	°	°
0	13,3	16,6 (6h m.)	14,0	18,3
0,5	14,4	14,2	15,4	16,0
1	11,6	12,1	14,0	13,4
1,5	9,1	8,0	10,8	10,2
2	5,8	4,4	6,8	7,4
3	— 0,3	— 1,0	0	1,4
4	— 6,2	— 7,3	— 4,8 (1)	— 3,4 (2)
5	—13,6	—15,2	—11,4	— 7,0
6	—19,0	—22,5	—17,2	—11,0
7	—24,9	—27,1	—23,2	—17,4
8	—32,7	—33,2	—31,4	»
9	—40,6	—42,1	—39,0	»
10	—48,4	—52,0	—47*	»
11	—57,0	—58,4	»	»
12	—65*	»	»	»
13	—71*	»	»	»

» Les hauteurs ont été calculées en double et avec beaucoup de soin par MM. Christen et Maurice, météorologistes à Trappes, par la méthode dite *des tranches*, qui présente cet avantage que, dans l'emploi de la formule de Laplace, on ne fait aucune hypothèse sur la loi de variation de la température qui est connue pour chaque couche par les courbes de l'enregistreur. Les incertitudes sur les hauteurs sont ainsi réduites à des quantités tout à fait négligeables, tant que n'interviennent pas les phénomènes dynamiques par suite desquels les différences de pression dans la verticale ne sont plus exactement proportionnelles aux densités, phénomènes dont j'ai fait une étude spéciale sous le nom de *gradient vertical* [voir *Comptes rendus* 6 avril 1895 (3)].

(1) Dans les nuages peu denses.

(2) Dans les nuages pluvieux.

(3) Voir aussi *Sur le gradient barométrique vertical* (*Annales du Bur. centr. mét.*, t. I; 1893).

» La décroissance de température, positive d'abord en quittant le sol, comme cela arrive par les nuits calmes et claires, a été d'environ 1° pour 160^{m} entre 3000^{m} et 7000^{m}, région occupée par des brumes et des nuages en formation; plus haut elle se maintient aux environs de 1° pour 130^{m}; les mêmes variations s'observent dans les courbes du second ballon. Quant au troisième ballon, monté au moment où le ciel était tout à fait couvert et où la pluie commençait, il indique du sol aux nuages (3400^{m}) une décroissance de 1° pour 184^{m} pour passer ensuite à une décroissance de 1° pour 230^{m} dans les nuages pluvieux; au-dessus de 6^{km} la décroissance redevient de 1° pour 170^{m}. Tous ces résultats s'expliquent bien par la décroissance adiabatique de la température de l'air.

» La température minima a été de — 59° à la pression 15^{cm}, correspondant à l'altitude de 11 800^{m}, l'aérostat continuant à s'élever très lentement jusqu'à 13 000^{m}; pendant cette période le courant d'air vertical était devenu très faible en sorte que le thermomètre est resté stationnaire sous l'influence du rayonnement du sol, des nuages, du ballon, etc., ainsi que cela arrive dans toutes les ascensions de ballons-sondes.

» La courbe de la variation de température en fonction de la pression, qui est très régulière, indique qu'au point le plus haut la température devait être de — 71° pour le ballon n° 1 et de — 47° pour le ballon n° 2. Ces chiffres, qui ne sont pas observés directement, sont marqués (*) sur le Tableau.

» Il est utile de remarquer que l'aérophile de MM. Hermite et Besançon, dans l'ascension du 14 novembre 1896 qui a été particulièrement intéressante comme faite de nuit, a trouvé à la hauteur de 11 000^{m} une température de — 60°, assez voisine de celle qui a été observée le 8 juin.

» Les résultats de nos ascensions du 8 juin peuvent être tenus pour plus sûrs que la plupart de ceux qui ont été rapportés antérieurement par les ballons-sondes. En effet, c'est la première fois que deux ballons, partis à moins de deux heures d'intervalle, fournissent pendant la plus grande partie de leur course des chiffres qui se contrôlent mutuellement. En second lieu, le retard du thermomètre sur la température de l'air, qui est une cause d'erreur grave (¹) (puisqu'on a observé antérieurement à la montée et à la descente du ballon des températures qui peuvent différer

---

(¹) Voir les importants travaux de M. Hergesell sur ce sujet (*Met. Zeitschrift*; 1897-1898).

de 14° à la même hauteur), a été beaucoup réduit cette fois, comme on le voit par l'examen des courbes.

» Ce progrès a été obtenu : 1° en diminuant la vitesse d'ascension du ballon à l'aide de délesteurs à sable, de façon à ralentir les variations thermiques qui doivent être suivies par le thermomètre; 2° en protégeant l'organe sensible du thermomètre contre le rayonnement de la masse, quatre-vingts fois supérieure, de l'enregistreur proprement dit. Pour cela, l'inscripteur est placé dans une boîte à parois de liège qui forme isolant.

» Il restera encore, à l'avenir, à soumettre les instruments à une ventilation artificielle suffisante (alors que la ventilation naturelle, due au déplacement vertical du ballon, a cessé) pour mettre sûrement le thermomètre en équilibre avec l'air, malgré le rayonnement des corps qui entourent le thermomètre. On pourra ainsi utiliser les indications recueillies pendant la phase la plus haute du voyage, qu'on doit éliminer jusqu'à présent comme entachée d'erreur.

» Malgré cette réserve, l'examen des chiffres recueillis conduit à des considérations générales sur lesquelles nous reviendrons plus tard, lorsqu'elles seront appuyées sur d'autres documents que nous discutons en ce moment. »

MM. **A. Berget** et **L. Décombe** demandent l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par eux le 24 janvier 1898 et inscrit sous le n° 5978.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note « Sur un moyen d'éviter les collisions des navires en temps de brume, par un appareil à ondes électriques servant d'avertisseur ». On peut analyser cette Note comme il suit :

« Il suffirait de munir chaque navire d'un dispositif pareil à celui qui sert à la télégraphie sans fil : excitateur de Hertz pour émettre des ondes électromagnétiques, et cohéreur de Branly pour servir de récepteur.....

» ..... Ces appareils sont d'un prix très faible.

» Le brouillard n'arrêtant pas les ondes électriques, et la brume n'existant généralement qu'en mer calme ou à longue ondulation de houle, le signal porterait à plusieurs milles de distance (deux au moins), on pourrait munir chaque appareil récepteur d'un écran réflecteur, de façon qu'il n'émette et ne reçoive d'ondes que suivant une direction connue ; on serait ainsi renseigné sur la direction des signaux reçus.... »

M. Aug. Rateau adresse quelques indications sur un projet d'appareil qui permettrait d'obtenir « la vision stéréoscopique en Cinématographie ».

« L'appareil cinématographique serait à deux objectifs, qui prendraient alternativement une série d'images un peu différentes de la scène à reproduire. Ces deux séries d'images se superposeraient alternativement sur l'écran, mais non pas exactement, par suite de la distance des deux objectifs. L'image serait vue par les spectateurs sans papillotement, grâce à la projection alternative qui supprimerait les intervalles d'obscurité sur l'écran. Cependant cette image ne serait pas nette : le dispositif imaginé par l'auteur, pour obtenir à la fois la netteté et l'effet stéréoscopique, consiste à munir chaque observateur d'une sorte de jumelle, dans laquelle un obturateur, vibrant ou tournant synchroniquement avec l'obturateur de l'appareil de projection, ne permettrait de voir sur l'écran qu'alternativement, avec un œil et avec l'autre, les images photographiques projetées en séries alternées : l'œil droit ne voyant que les tableaux de la série de droite, et l'œil gauche que ceux de la série de gauche.... Le synchronisme des deux obturateurs serait obtenu électriquement.... »

M. J.-J. Andeer adresse une Note intitulée : « Les ostioles dans la nature organique et leur fonction biologique ».

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 juillet 1898.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. Tome II. N° 6. Juin 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Juin 1898. N° 6. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. CAMILLE JORDAN avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard. Tome quatrième. Année 1898. Fasc. n° 2. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Éléments de Thérapeutique générale, basée sur la Physiologie et la Pathologie cellulaire, par L. JOLLY, Pharmacien de 1re classe. Clermont (Oise), Daix frères; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Moissan.)

Essai sur la recherche des origines géologiques du globe terrestre, par E. DUPIN, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mémoire sur la fièvre pernicieuse en Haïti, d'après des documents recueillis dans le sud de l'île, par J. BERGEAUD, ancien chirurgien aide-major de l'Armée de l'Est (campagne 1870-1871). Paris, Ad. Delahaye et Lecrosnier, 1880; 1 vol. in-8°.

Le opere di Galileo Galilei. Edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maesta il Re d'Italia. Volume VII. Firenze, G. Barbera, 1897; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India. Vol. XXVI; vol. XXVII, Part 2. Calcutta, 1896; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 juillet 1898.)

Note de M. *Maurice Lévy,* Sur l'équilibre élastique d'un barrage, etc. :

Page 15, ligne 14, *au lieu de* : $\frac{2(1+\varepsilon)}{1-2\varepsilon}\mu$, *lisez* $2(1+\varepsilon)\mu$.

Note de M. *G. Lippmann,* Sur l'entretien du mouvement pendulaire sans perturbation, etc. :

Page 17, ligne 2, *au lieu de* comprenne, *lisez* compense.
Page 18, ligne 1, *au lieu de* instants, *lisez* instruments.
Même page, ligne 2, *lisez* : $\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{1}{2x}\,\frac{1}{100}\,\frac{1}{5000}\,\frac{1}{1000} = \frac{1}{3\times 10^9}$.

Note de M. *Ch. Moureu,* Sur l'éthane-dipyrocatéchine :

Page 70, note au bas de la page, *au lieu de* $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} O \diagdown CH - O \\ \quad\;\;\; | \\ O \diagup CH - O \end{array}\right\rangle C^6H^4$), *lisez* $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} O - CH - O \\ \qquad\; | \\ O - CH - O \end{array}\right\rangle O^6H^4$;

Page 71, lignes 5 et 6, *au lieu de* d'hydratation pyrocatéchine, *lisez* d'hydratation en pyrocatéchine.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JUILLET 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Recherches sur les relations qui existent entre les énergies lumineuses et les énergies chimiques;* par M. **Berthelot**.

« L'action chimique de la lumière se manifeste dans une multitude de phénomènes, les uns purement chimiques et sur lesquels repose toute la Photographie et la conservation des peintures, les autres physiologiques, non moins essentielles pour l'étude scientifique des plantes et des animaux que pour l'Hygiène et l'Agriculture. C'est sur l'action chimique de la lumière, en particulier, que reposent les problèmes relatifs à l'emmagasinement des énergies naturelles à la surface de la Terre : par les végétaux actuels et les animaux qui s'en nourrissent, aussi bien que par les végétaux fossiles, origine de la houille et des combustibles analogues.

» On voit par là quelle est l'importance de cette distinction fondamen-

tale entre les réactions photochimiques endothermiques, par lesquelles l'énergie lumineuse est transformée en énergie chimique, et les réactions exothermiques, dans lesquelles l'énergie lumineuse joue simplement le rôle de déterminant auxiliaire, le travail principal étant accompli par des énergies purement chimiques ([1]). Je citerai notamment l'union du chlore et de l'hydrogène, et les oxydations diverses (acide oxalique, sels ferreux, réduction des sels d'argent et congénères, etc.), oxydations prises à tort par divers auteurs comme mesure des énergies lumineuses.

» On est, dès lors, obligé d'écarter, en principe, de la présente recherche les exemples aujourd'hui innombrables des réactions chimiques employées en Photographie avec le concours des matières organiques, et souvent aussi en présence de l'oxygène de l'air; ces réactions étant presque toutes exothermiques, c'est-à-dire les énergies mises en jeu étant d'ordre purement chimique.

» On voit par là combien il est capital de définir et de découvrir une méthode rigoureuse, fondée sur une réaction endothermique accomplie par les énergies lumineuses, et qui permette de mesurer celles-ci et de déterminer rigoureusement le contingent qu'elles apportent incessamment, tant à la vie des êtres organisés qu'à la somme des énergies immanentes du globe terrestre.

» Tel est le point de vue qui a dirigé les recherches que je vais exposer sur une série de réactions endothermiques, les unes nouvelles, les autres déjà signalées, mais non définies au point de vue qui nous occupe. J'ai examiné spécialement :

» La décomposition de l'acide azotique pur par la lumière solaire, laquelle est endothermique et me paraît fournir les éléments d'une première solution du problème général posé dans les lignes précédentes;

» La décomposition endothermique de l'acide iodique pur;

» La décomposition de l'acide iodhydrique, dont le signe thermique est incertain;

» La décomposition endothermique de l'oxyde de mercure, etc.

» J'ai fait également quelques observations sur la réduction bien connue du chlorure d'argent.

» Il eût été très intéressant de pouvoir définir la réduction de l'acide carbonique avec dégagement d'oxygène libre, sous l'influence de la matière verte des végétaux; mais cette réduction, objet de tant de recherches

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 400-416.

de la part des botanistes, ne donne pas lieu à des réactions chimiques qui soient connues jusqu'ici avec précision et susceptibles dès lors de fournir une base certaine au calcul de l'énergie emmagasinée.

» Toutes mes expériences ont été exécutées à la température ordinaire, sous cette triple condition : lumière solaire directe, lumière diffuse, obscurité. Dans un certain nombre, j'ai cherché à distinguer les effets des diverses radiations, en absorbant quelques-unes d'entre elles par des milieux liquides, tels que l'eau, la benzine, les solutions aqueuses de bichromate de potasse, de sulfate de cuivre ammoniacal, les dissolutions d'iode dans l'iodure de potassium et dans le chloroforme. Les actions ont dû être prolongées pendant plusieurs semaines, et plusieurs mois, pour fournir des résultats mesurables.

» I. *Décomposition de l'acide azotique par la lumière.* — J'ai établi que l'acide azotique, soit pur, soit hydraté, n'est pas décomposé à la température ordinaire (ce Volume, p. 84). On sait, d'ailleurs, que l'acide azotique pur jaunit et est décomposé sous l'influence de la lumière solaire. Il en est de même de l'anhydride azotique. Voici quelques expériences qui définissent avec rigueur l'équation exacte de cette décomposition et son caractère endothermique, jusqu'ici plutôt soupçonné que démontré.

» 1. L'acide azotique est pesé dans une ampoule, placée elle-même dans un tube que l'on scelle à la lampe, après y avoir fait le vide.

» $AzO^3H = 0^{gr},9023$. Capacité vide $= 31^{cc}$. $2^h 30^m$ au soleil, le 2 avril 1898. Oxygène recueilli sur l'eau $= 11^{cc},0$; soit, dans les conditions de l'expérience, $0^{gr},0143$; ou, pour 1^{gr} d'acide, $0^{gr},0158$, c'est-à-dire les 12 centièmes de la dose qui répondrait à une transformation totale; telle que

$$2AzO^3H = 2AzO^2 + O + H^2O.$$

» 2. $AzO^3H = 1^{gr},52$. Capacité vide $= 32^{cc}$. 28 jours (février 1898) d'exposition sur un toit, pendant une période d'éclairage solaire assez actif. Oxygène recueilli, 62^{cc}; soit $0^{gr},080$ dans les conditions de l'expérience, ou, pour 1^{gr} d'acide, $0^{gr},052$; c'est-à-dire les 42 centièmes de la dose qui répondrait à une transformation totale. La tension de l'oxygène seul dans le tube était voisine de 2 atmosphères.

» 3. $AzO^3H = 0^{gr},9847$. Capacité vide, 24^{cc}. Deux mois d'exposition à la lumière solaire (intermittente), du 4 mars au 4 mai 1898. Le nombre d'heures d'insolation a été moindre que dans l'essai précédent. Oxygène recueilli : $30^{cc},6$.

» Le gaz ne renferme ni azote libre, ni protoxyde d'azote; ce qui montre que la réaction est bien la même qu'à 100°. Le poids de l'oxygène, dans les conditions de l'expérience, s'élevait à $0^{gr},0395$; soit $0^{gr},040$ par 1^{gr} d'acide, c'est-à-dire les 32 centièmes de la dose correspondant à une transformation totale. L'eau, en totalité, et le peroxyde d'azote, en partie, demeuraient combinés avec l'excès d'acide azotique non décomposé, le surplus du peroxyde étant gazeux. Dans ces conditions, la réaction est endothermique et absorbe en fait (¹) une quantité de chaleur comprise entre $-1^{Cal},8$ (AzO^2 entièrement dissous dans l'acide azotique) et $-13^{Cal},1$ (AzO^2 entièrement gazeux).

» C'est ici le moment d'observer que la décomposition de l'acide azotique, provoquée par la lumière à la température ordinaire, est la même que celle que la chaleur détermine à 100° et probablement à une température plus basse; sans qu'elle ait lieu cependant, à aucun degré appréciable, dans l'obscurité, à la température de 15° (ce Volume, p. 84).

» Les effets de la lumière sont, dans cette circonstance, comparables à ceux de la chaleur, mais produits à une température plus basse : rapprochement fondamental, car il se retrouve dans la plupart des actions photochimiques.

» 4. L'acide azotique étendu de plusieurs fois son volume d'eau n'a éprouvé aucune décomposition sous l'influence de la lumière, dans les conditions où j'opérais.

» 5. L'acide azotique des laboratoires, répondant à la densité 1,365, c'est-à-dire sensiblement à la composition $AzO^3H + 2,5H^2O$, a été exposé à la lumière solaire pendant quelques semaines (mars 1898); il a fourni seulement des indices de décomposition, avec dégagement de vapeurs nitreuses; mais le phénomène est presque insensible.

» D'après cet essai, comparé avec l'expérience (2), la limite observée est donc comprise entre $3AzO^3H + H^2O$ et $AzO^3H + 2,5H^2O$; la réaction n'étant pas réversible, du moins en totalité.

» L'équilibre qui définit cette limite ne se produit pas entre deux actions chimiques pures, inverses l'une de l'autre, mais entre des énergies chimiques proprement dites et des énergies lumineuses; ce qui lui imprime un caractère tout particulier. A cet égard, on doit observer que la vapeur nitreuse, produite sous l'influence de la lumière, tend à absorber, suivant une loi générale, les radiations efficaces qui provoquent la décomposition elle-même.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 87.

» Le ralentissement et l'arrêt du phénomène dépendent donc de l'existence et de l'épaisseur de cette couche absorbante. Le verre du vase qui renferme le liquide exerce déjà quelque action inhibitoire à cet égard. Ajoutons d'ailleurs que les radiations qui déterminent la décomposition de l'acide azotique sont spéciales, et c'est là une circonstance essentielle à envisager dans toutes les réactions photochimiques.

» Pour essayer de me rendre compte de ce genre d'influence, j'ai interposé sur le trajet des rayons lumineux divers milieux absorbants, en opérant d'ailleurs toujours avec le concours de la lumière solaire directe, en tant qu'elle s'exerçait sur le toit où les tubes étaient placés. Voici ces expériences.

» 6. AzO^3H pur $= 0^{gr},8527$. — Tube vide, d'une capacité de 30^{cc} environ. Du 5 mars au 2 avril 1898. Le tube est placé horizontalement. Oxygène recueilli : $12^{cc},8$; soit pour 1^{gr} d'acide : 15^{cc} ou $0^{gr},020$, tout calcul fait. Cette dose est peu considérable, le nombre d'heures de radiation solaire directe ayant été faible pendant le mois de mars. Mais le résultat est comparatif, les expériences qui suivent étant simultanées et faites avec des tubes juxtaposés au précédent.

» 7. AzO^3H pur $= 0^{gr},5615$. — Tube semblable au précédent; 5 mars-2 avril 1898. Ce tube a été placé au centre d'un tube de verre mince, concentrique (épais de $0^{mm},5$ environ), et maintenu par deux bagues de fil de cuivre à une distance de 2^{mm}. L'intervalle a été rempli de vapeur nitreuse, formant, d'après ces données, une couche de 2^{mm} d'épaisseur. Le tube, étant horizontal, ne subit l'influence du soleil que d'un côté.

» Oxygène recueilli : $8^{cc},2$; soit pour 1^{gr} : $14^{cc},5$, ou $0^{gr},019$. C'est à peu près le même chiffre que précédemment; la couche de peroxyde d'azote gazeux ayant sans doute trop peu de masse sous cette épaisseur pour exercer une influence notable.

» 8. $AzO^3H = 0^{gr},8080$. — Tube semblable, entouré de benzine pure. Oxygène recueilli : $11^{cc},0$; soit pour 1^{gr} d'acide : $13^{cc},6$ ou $0^{gr},018$. La benzine a donc transmis les rayons efficaces à peu près comme l'air.

» 9. AzO^3H pur $= 0^{gr},570$. — Tube semblable (5 mai-2 avril 1898), fixé comme plus haut au centre d'un tube de verre mince concentrique, rempli avec une solution de bichromate de potasse. L'épaisseur de la couche liquide était de 2^{mm}. Oxygène recueilli : zéro. Ainsi, cette couche a arrêté complètement les radiations solaires efficaces.

» 10. AzO^3H pur $= 0^{gr},6265$. — Tube semblable, entouré par une solution de sulfate de cuivre ammoniacal, fortement teintée, sans être

cependant assez foncée pour rendre le tube intérieur invisible. Oxygène recueilli, pour 1^{gr} d'acide : $12^{cc},5$; soit $0^{gr},017$, valeur à peine plus faible que dans l'air. Le sulfate ammoniacal, qui absorbe les rayons rouges et jaunes, n'a donc pas arrêté les radiations efficaces.

» Il résulte de ces expériences que la décomposition endothermique de l'acide azotique est produite principalement par les radiations dites *chimiques;* cette décomposition étant empêchée par la dissolution de bichromate, qui arrête ces radiations, tout en laissant passer les rayons jaunes et rouges. La décomposition de l'acide azotique peut donc servir, jusqu'à un certain point, de mesure aux énergies lumineuses, empruntées aux radiations qui la déterminent, et spécialement aux radiations bleues du spectre. Il en est ainsi parce que cette décomposition présente le caractère endothermique, caractère essentiel pour la mesure chimique des énergies lumineuses.

» Observons que si une semblable mesure est rendue possible, c'est que les effets de la lumière s'exercent ici sur un fluide qui les transmet, jusqu'à un certain point, dans son épaisseur ; sauf à définir les actions absorbantes spécifiques qu'il peut exercer. Dans tous les cas, la mobilité du fluide et les courants dont il est le siège tendent à amener successivement toutes ses parties dans les régions directement influencées par la lumière. Les effets exercés sur des corps solides, opaques, n'offriraient pas les mêmes avantages, attendu que la lumière ne pénètre pas sensiblement au travers, et parce que leurs particules ne se déplacent pas.

» Je me suis étendu sur les résultats observés dans la décomposition de l'acide azotique par la lumière, parce qu'ils permettent de concevoir une première solution du problème de la mesure des énergies photochimiques. Je serai plus bref sur mes autres observations, quoique certaines d'entre elles ne soient pas moins intéressantes.

» II. *Décomposition de l'acide iodique.* — On sait que l'acide iodique pur et cristallisé, tant à l'état d'anhydre, I^2O^5, qu'à l'état d'acide normal, IO^3H, se conserve sans altération à la lumière diffuse et à la température ordinaire. J'ai trouvé que l'un et l'autre sont, au contraire, lentement décomposés à la température ordinaire par la lumière solaire directe; ce qui montre que l'action chimique exercée sur eux commence seulement à partir d'une certaine intensité lumineuse; précisément comme la décomposition du sulfure de carbone par la lumière dans mes essais précédents.

» L'action a lieu aussi bien dans un tube vide que dans un tube plein d'air. J'opérais sur quelques décigrammes. Au bout de vingt jours (mai 1898

et juin 1898), l'iode apparaît et commence à teinter l'acide blanc et pulvérulent. La décomposition continue, jusqu'à rendre violette toute l'atmosphère du tube. En même temps, j'ai constaté la production de petites doses d'oxygène, représentant un centième environ de la matière décomposée en un mois. Cependant, au bout d'un mois, la décomposition était encore très faible, comme si elle avait été arrêtée en raison de l'absorption des radiations efficaces, par la vapeur d'iode, et sans doute aussi par la condensation d'une même couche d'iode solide à la surface de l'acide iodique.

» Cette décomposition résulte probablement d'une séparation pure et simple des éléments

$$I^2O^5 \text{ solide} = O^5 + I^2 \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots \quad -61^{Cal},6$$
$$» \qquad + I^2 \text{ solide} \ldots\ldots\ldots \quad -48^{Cal},0$$

» De même pour l'acide normal :

$$2IO^3H \text{ solide} = O^5 + H^2O \text{ liquide} + I^2 \text{ solide} \ldots \quad -41^{Cal},8$$
$$» \qquad + I^2 \text{ gaz} \ldots \quad -55^{Cal},4$$

» Ces réactions sont exothermiques, avec des valeurs absolues considérables.

» Je rappellerai ici que l'iode ne se combine pas directement à l'oxygène ordinaire, sous l'influence d'une élévation de température, d'après mes expériences ([1]), même en opérant en vase clos et au bout d'un temps considérable. C'est l'un des exemples les plus nets des réactions exothermiques qu'une simple élévation de température n'effectue pas ([2]).

» La combinaison a lieu au contraire sous l'influence de l'ozone, ou l'effluve électrique.

» On peut se demander si, dans la décomposition de l'acide iodique par la lumière, une portion de l'iode ne demeurerait pas à l'état d'acide periodique. Mais cette hypothèse ne saurait s'appliquer à la totalité, puisque j'ai constaté la mise en liberté de l'oxygène dans la réaction. En tout cas, les données manquent pour évaluer exactement la chaleur mise en jeu dans une semblable transformation de l'acide iodique en acide periodique anhydre ou normal. A l'état dissous d'ailleurs, la réaction est endother-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XII, p. 315.
([2]) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 11, 23, etc.

mique, contrairement à ce qui arrive pour les chlorates changés en perchlorates :

$$7\,I^2O^5 \text{ dissous} = 5\,I^2O^7 \text{ dissous} + I^2 \text{ solide absorberaient} \ldots\ldots \quad -134^{Cal},8$$

soit $-17^{Cal},2$ pour I^2O^5. Il est probable qu'il en est de même pour les acides anhydres.

» Mais cette réaction ne dégagerait pas d'oxygène, contrairement à ce que j'ai observé. Quoi qu'il en soit, la décomposition de l'acide iodique par la lumière ne saurait être prise pour mesure de l'énergie photochimique, en raison de l'état solide de cet acide, qui ne permet pas à la réaction de se propager au delà de sa surface; surtout lorsque cette surface est recouverte d'iode condensé.

» La formule de l'acide iodique est, on le sait, comparable à celle de l'acide azotique; la formation de l'anhydride azotique cristallisé par les éléments étant pareillement exothermique

$$Az^2 + O^5 = Az^2O^5 \text{ crist.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +11^{Cal},9$$
$$I^2 \text{ gaz} + O^5 = I^2O^5 \text{ crist.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +61^{Cal},6$$

» Or on vient de voir que cette comparaison se poursuit entre les réactions photochimiques : les deux anhydrides, aussi bien que leurs hydrates normaux, AzO^3H et IO^3H, sont décomposés par la lumière solaire; mais leurs décompositions se distinguent parce que l'acide iodique reproduit ses éléments, iode et oxygène, tandis que l'acide azotique ne fournit pas d'azote libre, mais du peroxyde d'azote, un cinquième seulement de son oxygène devenant libre.

» Au contraire, les dissolutions étendues de l'acide iodique, pas plus que celles de l'acide azotique, n'ont été décomposées à froid, en un mois, par la lumière solaire, dans les conditions où j'opérais.

» Ajoutons enfin, comme pour l'acide azotique pur, que la lumière décompose l'acide iodique pur à la température ordinaire, de la même manière que la chaleur le fait à une température plus élevée, vers 300°.

» III. *Décomposition de l'acide iodhydrique.* — La décomposition du gaz iodhydrique, sous l'influence de la chaleur et sous l'influence de la lumière, a été l'objet d'études approfondies de la part de M. Hautefeuille, et surtout de M. Lemoine, qui a publié sur cette question un grand et très important travail.

» Le caractère thermique véritable de cette réaction, rapportée à l'état gazeux, est à la limite des phénomènes exothermiques et endothermiques et

laisse quelque incertitude. J'avais admis d'abord que l'union de l'iode gazeux et de l'hydrogène gazeux, à la température ordinaire, absorberait $-0^{Cal},8$. Toutefois, en rectifiant mes calculs d'après les données les plus exactes, j'ai été conduit à admettre en dernier lieu que la combinaison dégage, au contraire, une petite quantité de chaleur, soit

$$H + I \text{ gaz} = HI \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +0^{Cal},4$$

» Dès lors, la décomposition inverse absorberait $-0^{Cal},4$.

» Si l'iode se sépare à l'état solide, elle devient au contraire exothermique : $+6^{Cal},4$.

» Mais, dans cette condition, le travail purement physique de la condensation de la vapeur d'iode ajoute ses effets aux travaux chimiques qui séparent l'iode de l'hydrogène. En outre, l'iode solide s'élimine presque entièrement du champ de l'action chimique, exercée entre cet élément et l'hydrogène. Dès lors cette action a lieu suivant deux conditions différentes, suivant qu'elle se développe dans la totalité de l'espace occupé par l'hydrogène, opposé à la vapeur d'iode à faible tension, et par conséquent à faible masse relative; ou bien à la surface de séparation de l'iode solide, là où la masse relative de l'iode est de beaucoup supérieure à celle de l'hydrogène. Ces conditions sont peu favorables à la mesure des énergies susceptibles de déterminer la séparation de l'iode et de l'hydrogène sous l'influence de la lumière.

» Une telle séparation a eu lieu, en effet, comme on le savait déjà, et je l'ai reproduite dans les expériences suivantes, qui définissent les débuts et le terme de la réaction.

» 1. Tube de verre blanc, épais de $0^{mm},5$, rempli de gaz iodhydrique. Capacité : 30^{cc}. Conservé dans l'obscurité. Au bout de cinquante jours, action nulle; gaz incolore. L'eau l'absorbe ensuite entièrement.

» 2. Tube semblable. Capacité : 23^{cc}. Lumière diffuse. On opérait sur une table où aucun rayon solaire direct ne pouvait arriver; 12 mars-2 juin 1898. Commencement d'une décomposition, qui a eu lieu progressivement; pas d'iode libre apparent, mais un enduit intérieur brun jaunâtre, constitué par du periodure d'hydrogène (HI^3?). Volume d'hydrogène libre formé : $0^{cc},45$; ce qui répond à 4 centièmes du gaz iodhydrique décomposé. Le verre du tube, examiné ensuite avec soin, n'était nullement attaqué, contrairement à ce qui arrive, à une température de 280° et au-dessus.

» 3. Tube semblable. Capacité : 47^{cc}; deux heures d'exposition au soleil.

Formation d'un enduit intérieur brun jaunâtre de periodure d'hydrogène. Volume d'hydrogène libre formé : $0^{cc},74$; ce qui répond à une décomposition de 3 centièmes environ.

» 4. Tube semblable. Capacité : 45^{cc}. Le tube est placé au centre d'une éprouvette verticale de verre, épaisse de 2^{mm} ; ce qui porte l'épaisseur du verre traversé à $2^{mm},5$. Vingt-deux jours d'exposition sur un toit, où la lumière solaire agissait par intermittence. L'enduit brun jaunâtre intérieur produit tout d'abord, à mesure qu'il augmentait, s'est transformé en grande partie en iode cristallisé. Hydrogène libre : $5^{cc},8$; ce qui répond à une décomposition du quart environ du gaz primitif.

» 5. Tube semblable (sans enveloppe). Capacité : 32^{cc}. Cinquante jours d'exposition sur le toit. Iode cristallisé en abondance. Hydrogène libre : 16^{cc}. Gaz légèrement fumant au contact des premières gouttes d'eau. On voit que le gaz iodhydrique était décomposé à peu près en totalité dans ces conditions, sauf une trace.

» Le verre n'était nullement attaqué, comme on s'en est assuré après dessiccation.

» M. Lemoine (1) avait observé une décomposition de 80 centièmes, dose qui n'excluait pas la possibilité d'une action limitée et réversible.

» 6. J'ai également exécuté des expériences en exposant au soleil des tubes de 30^{cc} à 50^{cc} environ, remplis de gaz iodhydrique et entourés des fluides suivants, formant une épaisseur concentrique de 2^{mm}, et contenus dans des éprouvettes verticales de verre, épaisses de 4^{mm}. Les résultats comparatifs, obtenus au bout de vingt-deux jours, ont été rapportés à 100 volumes du gaz initial, d'après le volume de l'hydrogène devenu libre.

	Gaz décomposé.
Enceinte d'air (déjà signalé)	26 centièmes.
» d'eau (iode déposé en cristaux)	24 »
» de sulfate de cuivre ammoniacal (polyiodure seul).	4 »
» de bichromate de potasse	trace; quelq. millièmes.
Dissolution d'iode dans une solution aqueuse KI	2 centièmes.
» dans $CHCl^3$ (iode déposé en cristaux)	12 »

» Ces observations concordent avec celles de M. Lemoine (1) et montrent que les radiations efficaces pour décomposer le gaz iodhydrique sont surtout comprises dans le bleu et le violet : de préférence aux radia-

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, p. 228; 1877.

tions transmises à travers le bichromate, ou la solution brune d'iode dans l'iodure de potassium. Cependant celles-ci n'ont pas annulé complètement la réaction. La dissolution d'iode dans le chloroforme est plus efficace pour provoquer celle-ci, parce qu'elle transmet en partie la lumière violette, comme sa teinte l'atteste.

» La décomposition de l'acide iodhydrique par la lumière rappelle celle que produit la chaleur; mais elle s'en distingue, non seulement parce qu'elle a lieu à la température ordinaire, mais parce qu'elle ne paraît accompagnée d'aucun équilibre, l'iode ne se combinant pas à l'hydrogène sous son influence.

» Elle se distingue aussi par la nature du produit initial de la décomposition. En effet, à froid, celle-ci débute en donnant naissance à un periodure d'hydrogène, précédant la séparation de l'iode cristallisé. Ce composé constitue évidemment un intermédiaire; c'est-à-dire que la décomposition du gaz iodhydrique, par la lumière du moins, ne s'opère pas directement en iode libre et hydrogène.

» J'ai signalé ailleurs l'existence de ce periodure dans les dissolutions aqueuses concentrées d'acide iodhydrique; il correspond au triiodure cristallisé de potassium, KI^3. Il est aisément décomposable en iode et acide iodhydrique; aussi ne paraît-il pas se produire dans la dissociation pyrogénée si bien étudiée par M. Lemoine.

» D'après les résultats observés dans l'état dissous, la chaleur de formation de ce periodure serait positive et voisine de celle que dégage la transformation de l'iode gazeux en iode solide. Cette quantité s'ajoutant à la chaleur dégagée par la décomposition du gaz iodhydrique en hydrogène et iode solide. Dès lors la décompositiou du même hydracide en hydrogène libre et periodure

$$3\,HI = HI^3 \text{ solide} + H \text{ dégagera} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad > 14^{Cal}$$

c'est-à-dire qu'elle sera, *a fortiori*, exothermique et, par conséquent, non susceptible de servir de mesure aux énergies lumineuses.

» C'est ici le lieu de remarquer que la formation des hydrates de l'acide iodhydrique donne lieu, au point de vue de la résistance aux actions lumineuses, aux mêmes observations que la formation des hydrates azotiques et iodiques. En effet, une dissolution d'acide iodhydrique au dixième (en poids), placée dans un tube vide d'air, n'est pas décomposable par l'action de la lumière solaire. J'en ai fait la remarque, il y a longtemps, et M. Lemoine l'a confirmée. Cette résistance plus grande s'explique de même, en

raison de la chaleur dégagée dans l'hydratation de l'acide iodhydrique, soit $+19^{Cal},6$. Telle est l'énergie additionnelle, réclamée par la décomposition de cet acide étendu. La lumière ne la fournit pas.

» Il en serait autrement si l'on faisait intervenir une énergie complémentaire, telle que celle de l'oxygène, qui décompose, en effet, à froid les dissolutions étendues d'acide iodhydrique et commence même à décomposer les solutions étendues d'acide bromhydrique. J'ai étudié autrefois cette réaction; mais elle ne rentre pas dans le cadre de la présente étude.

» IV. *Acide bromhydrique.* — Le gaz bromhydrique pur, introduit dans des tubes de verre scellés et exposés à la lumière solaire directe pendant l'espace de quatre mois (mai à juillet 1898), n'a donné aucun indice de décomposition. Il s'est comporté de même, étant exposé au soleil, à la température de 100°, pendant une heure.

» Je rappellerai ici l'action accélératrice exercée par la lumière sur la décomposition de l'eau par le brome, avec formation exothermique de perbromure d'hydrogène [1] (composé dissocié à la température ordinaire),

$$H^2O \text{ liquide} + 2Br^3 \text{ gaz.} = 2HBr^3 \text{ dissous} + O \text{ gaz.}$$

Cette réaction dégage

$$(32,3 + 9,4 - 34,5) = 7^{Cal},2.$$

En opérant dans l'obscurité pendant deux mois, avec 1^{lit} d'eau et $9^{gr},92$ de brome, le poids du brome disparu a été

	gr
Dans l'obscurité	0,32
» la lumière diffuse	1,12
» la lumière solaire	1,28

» La proportion d'acide bromhydrique, HBr, formée dans ces conditions est à celle de l'eau coexistante, nH^2O, comme 1:3700. La dissociation du perbromure d'hydrogène concourt à la limiter.

» V. *Mélanges gazeux divers exposés à la lumière solaire.* — Les expériences suivantes, toutes négatives, ont paru dignes d'être signalées brièvement, pour mieux définir les actions photochimiques.

» 1. $CO^2 + 2H^2$ secs. Ballon scellé de 160^{cc}.

Rapport initial .... $33,9\,CO^2 + 66,1\,H^2$.

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XIX, p. 424.

» Exposition au soleil, du 26 mars au 4 mai 1898.

Rapport final................. 34,0 CO^2.

Absence CO vérifiée.

» 2. $CO^2 + 2H^2$ humides. 255^{cc}, ballon scellé.

Rapport initial............................ 33,3.

Mêmes conditions et durée.

Rapport final............................ 33,3.

Absence CO vérifiée.

» 3. CO^2 sec. Soleil. 220^{cc}. Mêmes conditions et durée.

» A la fin le gaz est absorbé par KOH saturée jusqu'à la dernière bulle. Ce gaz n'attaquait pas le mercure, comme le fait la moindre trace d'acide percarbonique. Pas trace de CO.

» 4. CO^2 humide. Soleil. 320^{cc}. Mêmes conditions et durée.

» Mêmes résultats. Pas trace de CO, ni attaque du mercure.

» Aucune trace de gaz carbonique n'a été décomposée par la lumière solaire, dans ces conditions.

» 5. $CO + 2H^2$ humide. 250^{cc}. Soleil. Mêmes conditions et durée.

» Réaction nulle.

» 6. CO sec. 275^{cc}. Soleil. Mêmes conditions et durée.

» Réaction nulle. Absence totale de CO^2.

» 7. $SO^2 + 3H^2$, gaz secs, ou humides. Soleil. Un mois. Action nulle.

» 8. Hydrogène et acide azotique pur. Soleil 19 jours. L'hydrogène se retrouve en totalité, malgré le dégagement d'oxygène produit par la décomposition propre de l'acide azotique.

» Il résulte de cette série d'expériences que la lumière solaire n'exerce pas d'influence spéciale sur l'hydrogène.

» 9. $CO + 8O^2$ secs. 85^{cc}, tube scellé. Soleil. Du 3 avril au 4 mai 1898.

Rapport initial......................... 11,0 CO,
Rapport final......................... 11,0.

Absence de CO^2.

» 10. $CO + 8O^2$ humide; tube scellé : 67^{cc},5. Soleil du 3 avril au 4 mai.

Rapport initial......................... 11,0 CO
Rapport final......................... 11,0

Absence de CO^2.

» 11. CO + O sur le mercure. Lumière diffuse; du 21 avril au 3 mai.

Rapport initial........................	10,6 CO
Rapport final..........................	10,6

Absence totale de CO^2.

» 12. CO + air humide, 82^{cc}. Tube scellé. Soleil; du 3 avril au 4 mai.

Rapport initial........................	16,3 CO
Rapport final..........................	16,35

Absence totale de CO^2.

» Le rapport en centièmes de l'azote à l'oxygène dans le mélange final a été trouvé : 20,9.

» Il résulte de ces observations que, en opérant dans des vases scellés à la lampe, la combinaison de l'oxygène et de l'oxyde de carbone, à la température ordinaire, n'a pas pu être observée.

» VI. *Action de la lumière solaire sur divers oxydes et sels métalliques.* — La décomposition par la lumière des oxydes de mercure, de plomb, d'argent est signalée dans les Traités de Chimie; mais, si l'on remonte aux sources, on voit que plusieurs des expériences citées remontent au siècle dernier, et quelques-unes ont été faites en concentrant la lumière solaire à l'aide d'une lentille, condition où l'élévation de température concourt aux phénomènes dans une proportion non définie. J'ai cru utile de répéter ces expériences dans des conditions plus rigoureuses; elles m'intéressaient d'autant plus qu'elles seraient en général endothermiques, c'est-à-dire effectuées par les énergies lumineuses; pourvu, bien entendu, que l'on évite l'influence analogue de l'échauffement.

» L'oxyde mercurique surtout fournit quelques faits intéressants. Les résultats sont différents, suivant que l'on opère avec l'oxyde jaune, ou avec l'oxyde rouge, en présence ou en l'absence de l'eau. J'ai opéré avec des tubes scellés remplis d'air et fait l'analyse du gaz final.

» 1. Oxyde jaune, sec. Quelques décigrammes. Soleil du 26 mars au 2 juin 1898. L'oxyde a noirci par places, avec mise à nu de mercure. Oxygène dégagé : $0^{cc},8$.

» 2. Oxyde jaune, mouillé. La décomposition est plus avancée. Oxygène dégagé : $3^{cc},8$.

» 3. Oxyde rouge sec. Soleil : du 26 mars au 27 mai. Quelques globules de mercure. Oxygène dégagé : $2^{cc},3$.

» 4. Oxyde rouge mouillé. Soleil. Même durée. Gros globules de mercure. Oxygène dégagé : $19^{cc},1$.

» D'après ces chiffres, l'oxyde rouge se décompose plus rapidement que l'oxyde jaune; ce qui tient probablement à sa couleur et ce qui contraste avec sa cohésion plus grande, qui le rend plus difficilement attaquable par les agents chimiques proprement dits.

» En outre, la présence de l'eau, en dose notable, accroît la décomposition dans une forte proportion; circonstance d'autant plus singulière que les oxydes mercuriques ne forment pas d'hydrates, et que cette formation ne saurait même être soupçonnée avec l'oxyde rouge. Cet accroissement paraît tenir à ce que la réflexion de la lumière sur l'eau en transmet l'action jusque dans les profondeurs d'une masse pulvérulente; tandis qu'en l'absence de l'eau les particules de cette masse sont atteintes seulement à leur surface et suivant des directions limitées par l'action directe des rayons parallèles du soleil.

» 5. L'oxyde mercureux noir (préparé avec l'acétate mercureux et la potasse, puis lavé avec soin) a été placé tout humide dans un tube vide, scellé et exposé au soleil pendant un mois (mai 1898); il a jauni par places et fourni une petite quantité de mercure libre. Production de gaz nulle.

» 6. L'oxyde puce de plomb, dans un tube vide au soleil, un mois. Pas de gaz, ni de décomposition apparente; contrairement aux assertions des anciens auteurs, qui ont sans doute opéré avec une lentille. Cette observation s'applique aussi à l'expérience suivante.

» 7 et 8. Oxyde d'argent, sec et humide, dans deux tubes scellés et vides. Un mois; soleil (mai 1898). Pas trace de gaz.

» La décomposition de l'oxyde mercurique se produit également, comme on sait, sous l'influence de la chaleur, mais à une température voisine de l'ébullition du mercure. Elle est endothermique :

$$\text{HgO jaune ou rouge} = \text{Hg} + \text{O} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -21^{\text{Cal}},5$$

mais elle ne peut servir à mesurer les énergies photochimiques, en raison de l'état solide de cet oxyde.

» Les chlorure, bromure, iodure mercuriques purs, $HgCl^2$, $HgBr^2$, HgI^2, secs ou humides, exposés à la lumière solaire en tubes scellés, du 26 mars au 28 mai 1898, sont demeurés inaltérés. Leur réduction a cependant été souvent observée dans les préparations pharmaceutiques; mais elle doit être attribuée à la présence et à l'action réductrice des matières organiques. C'est ce que j'ai d'ailleurs constaté directement, en opérant avec l'acétate mercurique et l'acétate mercureux, placés dans des tubes vides, scellés et

exposés au soleil, du 11 mai au 17 juin 1898. J'ai opéré simultanément avec chacun de ces sels, pris sec et pris humide. Dans tous les cas, le sel a noirci à sa surface, la partie recouverte demeurant blanche, et il s'est dégagé un peu d'acide carbonique; la dose de ce gaz étant plus forte avec le sel humide qu'avec le sel sec. Ce sont là des réactions exothermiques, attribuables à l'action oxydante des sels et sur lesquelles il n'y a pas lieu de nous étendre davantage.

» VII. *Action de la lumière sur les sels haloïdes d'argent.* — Cette action a été le point de départ de la Photographie; aussi a-t-elle donné lieu à une multitude d'observations intéressantes, mais qui laissent subsister diverses obscurités au point de vue de la théorie.

» Je rappellerai les faits suivants, bien connus d'ailleurs et que j'ai spécialement reproduits, en y ajoutant quelques commentaires au point de vue du présent Mémoire.

» Le chlorure d'argent sec, préparé dans une chambre noire, est blanc; mais il noircit à la lumière, en dégageant du chlore gazeux, et en formant, soit de l'argent métallique, soit un sous-chlorure. La réaction est endothermique dans les deux cas :

$$AgCl = Ag + Cl \text{ gaz absorbé} \ldots\ldots \quad -29^{Cal}$$
$$2AgCl = Ag^2Cl + Cl \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -28^{Cal},5.$$

» Mais le chlore observé ne représente qu'une fraction du chlore réellement mis en liberté par l'action de la lumière dans le cours de l'expérience; attendu que cet élément tend continuellement à se recombiner, tant avec l'argent qu'avec le sous-chlorure d'argent. Cette action exothermique s'exerce pendant les intervalles d'obscurité et de faible action lumineuse. Le chlore obtenu représente donc la différence entre les actions contraires de la lumière et des affinités chimiques, actions exercées avec des vitesses inégales, qui dépendent de l'intensité variable des radiations lumineuses, ainsi que de l'étendue, de la couleur et du caractère des surfaces solides : je veux dire tant du chlorure primitif que de l'argent et du sous-chlorure, résultant de sa décomposition. Les actions lumineuses sont ainsi opposées à la tension (également variable) du chlore qui se dégage et qui demeure en contact avec les mêmes surfaces. De tels effets ne sauraient donner lieu à un équilibre permanent.

» Le chlorure d'argent, placé sous une couche d'eau dans un tube scellé et exposé au soleil, se décompose également; au bout d'un certain temps

on ne retrouve pas de chlore libre, mais, à la place, de l'acide chlorhydrique et de l'oxygène, comme je l'ai vérifié,

$$2\,\mathrm{Ag\,Cl} + n\,\mathrm{H^2O} = \mathrm{Ag^2} + \mathrm{O} + 2\left(\mathrm{H\,Cl},\ \frac{n-1}{2}\,\mathrm{H^2O}\right),\ \text{absorbe..}\quad -48^{\mathrm{Cal}},2$$

» Cette réaction est endothermique, comme la précédente; elle est également réversible sous l'influence du temps, l'argent étant susceptible d'être attaqué peu à peu par la réaction simultanée de l'oxygène et de l'acide chlorhydrique, réaction inverse et exothermique.

» En raison de ces circonstances, aussi bien que de l'état solide du corps mis en expérience, on ne saurait employer la décomposition du chlorure d'argent pour mesurer les énergies photochimiques.

» D'après l'ensemble de ces observations :

» 1° La mesure des énergies lumineuses transformables en énergies chimiques doit être obtenue par l'étude des réactions endothermiques; ce qui exclut les phénomènes d'oxydation ou de combinaison, susceptibles de dégager de la chaleur.

» 2° Ces réactions ne doivent être réversibles, ni sous l'influence de la lumière, ni sous l'influence seule des affinités chimiques, agissant à la température ordinaire; comme il arrive pour le chlore séparé du chlorure d'argent sous l'influence de la lumière, ce chlore tendant continuellement à se recombiner à l'argent. Au contraire, la décomposition de l'acide iodique en iode et oxygène; celle de l'oxyde de mercure en métal et oxygène; celle de l'acide azotique en peroxyde d'azote, oxygène et eau, peuvent être employées. Celle de l'acide iodhydrique gazeux offre un caractère incertain, au point de vue thermochimique.

» 3° Cette mesure s'applique seulement à l'effet des radiations absorbables par le corps décomposé, radiations spéciales suivant chaque substance mise en expérience, et qui réclament dès lors une étude individuelle.

» 4° Les effets chimiques produits par l'action de la lumière pendant un certain temps ne sauraient être ajoutés, de façon à permettre d'en faire la sommation, que si l'on opère sur des systèmes fluides, tels que des gaz ou des liquides, et donnant naissance à des produits également fluides. En effet, en raison des courants qui s'établissent dans de pareils systèmes, cet état permet à toutes les parties de la matière de venir successivement en contact avec la surface où s'exercent les actions lumineuses. Dans ces conditions mêmes, il est nécessaire de tenir compte de l'action absorbante exercée sur les rayons efficaces, tant par les enveloppes (verre) que

par les couches gazeuses ou liquides, successivement traversées par les rayons lumineux. C'est alors seulement qu'il y aura lieu de totaliser les actions actinométriques, exercées pendant le même temps, et de les comparer avec la somme des énergies chimiques répondant aux réactions que la lumière aura provoquées.

» 5° Les systèmes solides sont impropres à la mesure des énergies photochimiques, parce que l'action ne s'exerce qu'à leur surface; les particules décomposées protégeant le reste de la masse. Cependant, en opérant avec des systèmes imbibés par un liquide, ce dernier peut donner lieu à des réflexions qui propagent l'action; mais on ne saurait atteindre ainsi à une répartition uniforme des énergies lumineuses.

» 6° Comparons l'action chimique des radiations lumineuses à l'action chimique de l'échauffement. L'action photochimique est analogue à cette dernière dans la plupart des cas; mais elle se produit à une température plus basse, susceptible de donner lieu à des composés qui seraient instables à une plus haute température. En outre, les réactions produites par la lumière ne sont pas toujours réversibles, ni sous l'influence même de la lumière, ni sous l'influence des affinités directes : quoique celles-ci puissent donner lieu, dans certains cas, à des équilibres d'un caractère tout particulier. Enfin et surtout toute décomposition peut être effectuée en principe par l'acte de l'échauffement; tandis que l'acte de l'illumination développe seulement certaines réactions chimiques. Ces réactions mêmes dépendent de l'espèce des radiations, toutes n'étant pas également efficaces.

» Ces observations mettent en évidence les conditions d'opposition et d'équivalence entre les actions chimiques et les actions lumineuses, conditions à la fois analogues et dissemblables avec les conditions d'opposition et d'équivalence entre les actions chimiques et les actions pyrogénées, aussi bien qu'entre les actions chimiques et les actions déterminées par l'effluve électrique. Je poursuis l'étude approfondie et la comparaison des effets chimiques développés sous l'influence de ces différentes énergies. »

BOTANIQUE. — *Le* Terfezia Leonis *dans les Landes*. Note de M. **Ad. Chatin**.

« Le *Terfezia Leonis*, espèce ubiquiste que j'ai reçue de Sardaigne, de Sicile, d'Espagne, de plusieurs points de l'Algérie, de la Tunisie et du Maroc, de l'Asie Mineure et de Grèce, où elle accompagne les *Terfezia*

Boudieri, Claveryi, Aphroditis, etc., vient de m'être adressé, provenance des Landes, par M. de Coincy, mon confrère à la Société botanique de France, qui m'écrit :

Courtoiseau, par Triguères (Loiret), 11 juin 1898.

» .... Cette fois c'est bien moi qui suis le coupable ([1]). Je mets aujourd'hui à votre adresse un colis postal contenant quelques Terfâs.

» Ils proviennent du département des Landes, commune d'Escalans; on les mange sous le nom de *Truffes blanches*.

» Je les ai toujours trouvés dans le sable sous des *Helianthemum guttatum* ([2]).

» Le goût en est faible, mais agréable. Je pense que c'est la même espèce que j'ai mangée à Mérida (Espagne)....

» M. Émile Boudier, l'éminent mycologue, à qui j'avais transmis partie de l'envoi de M. de Coincy, m'écrit :

» Merci de votre Terfâs, intéressant, non comme espèce rare (puisque c'est le *Terfezia Leonis*), mais par son habitat français bien constaté. Je ne l'avais pas encore de France.

» Déjà Tulasne l'avait indiqué, avec Léon Dufour, dans le sud-ouest. Mais comme Tulasne confondait plusieurs Terfâs sous le nom de *Leonis*, on ne pouvait être sûr de l'espèce trouvée dans ces régions; la découverte de M. de Coincy montre que c'est bien le *Leonis*.

» Je trouve une très grande différence comme goût entre les *Terfezia Leonis* et *Aphroditis;* ce dernier est beaucoup plus sapide et son odeur spéciale le rend très agréable. C'est donc avec raison que M. Gennadius le dit supérieur aux autres. Peut-être rencontrera-t-on un jour avec le *Leonis* quelqu'une des espèces qui l'accompagnent en Afrique, etc.

» Je relève, dans la Communication de M. de Coincy, ces deux points : le *Terfezia Leonis* a pour nourrice, dans les Landes, comme en Sardaigne, Sicile, Algérie, Maroc, etc., l'*Helianthemuum guttatum;* il ne mûrit dans les Landes (comme on pouvait s'y attendre) qu'en juin, tandis que sa saisòn, en Afrique et en Orient, est du premier printemps (mars, avril).

» Or l'*Helianthemum guttatum*, jolie espèce annuelle, étant commune dans les sables de la flore de Paris (bois de Boulogne et du Vésinet, Saint-Germain, Saint-Maur, Rambouillet, Malesherbes et Fontainebleau surtout), quelques jeunes botanistes ont eu l'idée de cultiver le *Terfezia Leonis* aux lieux où croît cet *Helianthemum*.

([1]) J'avais attribué à M. de Coincy, herborisant en Espagne, un envoi de *Terfezia Mellerionis* et *Leonis* fait par un gracieux anonyme.

([2]) Comme en Sicile, Algérie, etc.

» Si les essais réussissent, ce qu'on ne saura que dans quelques années, vu la lenteur du développement complet du mycélium des Tubéracées, c'est sans doute, étant donnée la latitude de Paris, seulement en juillet-août que mûriront les tubercules du *Leonis*.

» On devra, dans leur recherche, ne pas perdre de vue qu'une Truffe, vraie Truffe (*Tuber æstivum*) dite aussi *Truffe blanche*, croît communément en France, où elle mûrit de juin à septembre et est, surtout dans le sud-est, article courant de consommation, bien qu'aussi peu sapide qu'un Terfâs; mais le *Tuber æstivum* croît sous des arbres, a la peau noire et diamantée et, comme tous les *Tuber*, des spores oblongues au lieu d'être rondes. »

GÉOLOGIE. — *Résultats des récents sondages pour la recherche de la houille dans le nord de la France.* Note de **M. J. Gosselet.**

« Les sondages faits dans le nord de la France, en vue de rechercher le prolongement du grand bassin houiller franco-belge, viennent d'être terminés il y a huit jours. La dernière des Sociétés qui était restée sur la brèche a définitivement renoncé à poursuivre ses recherches. Le moment est donc venu de donner un aperçu sur les résultats géologiques obtenus.

» Ces sondages ont été entrepris, non pas au hasard, mais sous l'inspiration de considérations scientifiques bien déterminées.

» En 1860, j'avais démontré que le bassin houiller d'Hardinghem et de Ferques dans le Boulonnais est le prolongement du grand bassin houiller franco-belge. Mais je n'étais pas convaincu qu'il en fût le seul représentant. Je pensais que les couches de calcaire carbonifère et de schistes dévoniens qui affleurent au sud-est de Ferques et d'Hardinghem pouvaient constituer une voûte anticlinale, plongeant au sud sous un autre bassin houiller, comme cela se voit aux environs de Namur.

» Ce nouveau bassin houiller supposé devait être situé entre la voûte anticlinale présumée et la Grande Faille, dont la position, dans le Boulonnais, était alors complètement inconnue. C'est cette pensée qui détermina les sondages de la Liane.

» Cinq sondages y furent effectués. Trois d'entre eux, ceux de Menneville, de Bournonville et de Wirvigne, atteignirent, sous le terrain jurassique, des schistes qui présentaient les plus grandes analogies avec le houiller inférieur. Or ce terrain venait d'être recoupé à Liévin et à Drocourt où il recouvre la houille, comme lambeau de poussée. On pouvait

espérer qu'il en serait de même sur la Liane. Mais, quelque persévérance que l'on mît à creuser dans ces schistes, on ne put en sortir.

» Un quatrième sondage à Samer, au sud des précédents, pénétra dans le gédinnien, étage qui partout, depuis les environs d'Aix-la-Chapelle jusqu'à ceux de Bristol, en Angleterre, constitue une bande régulière au sud du bassin houiller. On était donc certainement en dehors de la zone houillère.

» Un cinquième sondage au nord, près du Waast, rencontra le dévonien supérieur après avoir traversé sur 112^m les schistes que l'on prenait pour houiller inférieur. La pensée vint alors que ces derniers schistes pourraient bien être siluriens. C'était un fait qui ne pouvait pas être prévu, car jusqu'alors le silurien n'était pas connu sur le bord sud du bassin houiller à l'ouest de Charleroy.

» Pendant que se faisaient les sondages de la Liane, on découvrait à Douvres, en Angleterre, un magnifique bassin houiller.

» Après quelques années d'hésitation, plusieurs Sociétés se mirent à chercher, en France, le prolongement du bassin de Douvres. Les idées théoriques qui les guidaient n'étaient pas les miennes. J'estimais que le grand plateau silurique du Brabant s'étend sous la Flandre jusqu'aux confins du Boulonnais. Cependant je ne regardais pas la découverte de la houille en Flandre comme impossible, mais je croyais que, si ce bassin houiller, bien problématique, existait, il devait être complètement indépendant du bassin houiller franco-belge.

» Onze sondages furent entrepris en Flandre, dans le département du Nord et dans la partie voisine du Pas-de-Calais. Quatre seuls atteignirent les terrains primaires et tombèrent, comme je l'avais prévu, dans le silurien. Devant leur résultat négatif, les autres furent abandonnés.

» On en revint à se laisser guider par l'hypothèse que j'avais émise peu après la découverte de la houille à Douvres.

» Je disais alors que la houille de Douvres appartient très probablement au grand bassin franco-belge, et que les couches de ce bassin doivent subir, à l'ouest de Ferques, un décrochement qui les reporte vers le nord; j'estimais que le centre du bassin devait aller passer entre Vissant et Calais.

» Un sondage fait à Strouane, sur le flanc ouest du cap Blanc-Nez, me donna complètement raison, en recoupant trois couches de houille avec toit et mur bien caractérisé.

» Mais un peu plus bas le sondage rencontra le schiste dévonien.

» Néanmoins, la nouvelle de la découverte du terrain houiller se

répandit rapidement et les sondages se multiplièrent autour de Wissant. Tous rencontrèrent le calcaire carbonifère, les schistes dévoniens, ou même le silurien. On acquit la preuve que le terrain houiller de Wissant n'est qu'un lambeau, probablement transporté, ou que, s'il se prolonge en profondeur, il est recouvert par des lambeaux de poussée de terrains plus anciens, dont l'épaisseur et la disposition sont complètement inconnues. On a dû en conclure qu'il ne se trouve probablement pas dans des conditions telles que l'exploitation en soit rémunératrice.

» Restait un dernier problème géologique à résoudre. On sait que le bas Boulonnais est essentiellement constitué par un dôme anticlinal de terrain jurassique, qui fait saillie au milieu de la grande plaine crétacée du nord. Tous les sondages du Calaisis étaient situés sur la craie, au nord-est des affleurements jurassiques; ceux de la Liane avaient été faits vers la limite sud du bas Boulonnais. Que se passait-il sous le dôme jurassique?

» Il était possible qu'il y eût entre Wissant et Samer une région plissée et contournée comme celle de Ferques, où il restait encore quelque chance de rencontrer la houille. Il était naturel de supposer que, si ce bassin houiller hypothétique existait, il devait correspondre à un synclinal tectonique jurassique. Un sondage fut donc fait dans le synclinal de Wimereux. Il rencontra le silurien à 443^{m} de profondeur.

» Un autre sondage fait à Framzelle, près du Gris-Nez, rencontra le même terrain à 441^{m} de profondeur, après avoir traversé, me dit-on, des schistes rouges dévoniens à Spirifères qui seraient l'extrémité occidentale des lambeaux dévoniens de Wissant.

» On peut donc supposer que le dôme jurassique du Boulonnais correspond, dans sa partie occidentale comme dans sa partie orientale (Liane supérieure), à un plateau silurien et l'on perd tout espoir d'y trouver de la houille.

» Ce massif silurique du Boulonnais est situé dans la même position stratigraphique que la bande silurique du Condros entre le gédinnien qui est au sud et la Grande Faille qui est au nord. Quant à son âge géologique exact, il ne peut pas être fixé, car, à ma connaissance, on n'y a trouvé que quelques graptolites qui n'ont pas été déterminés.

» Les découvertes du Boulonnais ne sont pas les seules qui montrent l'importance du terrain silurique dans la constitution de la crête du Condros sur le territoire du Pas-de-Calais.

» Dans des travaux récents, les ingénieurs des mines de Liévin ont traversé des schistes noirâtres calcarifères dans lesquels M. Ch. Barrois a

reconnu les fossiles caractéristiques du silurique supérieur, étage de Wenloch. On peut supposer que c'est le commencement du massif qui va s'épanouir dans le bas Boulonnais. Ce qui rend cette découverte intéressante, c'est que la houille exploitable se trouve sous ces schistes d'âge silurien. »

M. **Albert Gaudry**, en présentant à l'Académie une Note qu'il vient de publier « Sur les Travaux scientifiques de Victor Lemoine et particulièrement sur ses découvertes à Cernay », s'exprime comme il suit :

« L'Académie a souvent reçu des Communications du savant docteur Lemoine. Il avait trouvé dans la colline de Cernay, auprès de Reims, un gisement du Tertiaire le plus inférieur, où pendant vingt ans il a fait des fouilles qui lui ont fourni les restes de grands oiseaux, de reptiles et de mammifères. Comme les mammifères de Cernay sont les plus anciens qui aient été rencontrés dans notre pays, ils sont d'une importance considérable pour l'étude des origines et des développements des animaux les plus élevés.

» En mourant, Lemoine a légué sa précieuse collection au Muséum d'Histoire naturelle. Sa veuve vient, en outre, de faire donation au Muséum du terrain de Cernay, où nous pourrons continuer les recherches qui ont procuré déjà tant d'objets curieux. Le souvenir du docteur Lemoine devra être conservé avec reconnaissance par les paléontologistes français. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Tholozan*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Mosso obtient.	28 suffrages,
M. Zambacco.	10 »

Il y a 2 bulletins blancs.

M. **Mosso**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Hordé** adresse une Note « Sur un appareil déterminant la position exacte d'un corps étranger dans une partie quelconque du corps ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, d'Arsonval.)

M. **J.-B. Louvet** adresse une Note « Sur la possibilité de diriger les ballons ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à se faire représenter à la Distribution des prix du Concours général, qui aura lieu le 29 juillet, à midi.

M. **A. Milne-Edwards** annonce à l'Académie que l'inauguration des nouvelles galeries du Muséum, destinées à l'Anatomie comparée, à la Paléontologie et à l'Anthropologie, aura lieu jeudi 21 juillet, à 3 heures, sous la présidence du Ministre de l'Instruction publique. Au nom des professeurs du Muséum, il invite les Membres de l'Académie à assister à cette cérémonie.

Le **Comité** formé à Côme pour célébrer le Centenaire de la découverte de la pile par Volta en 1799 invite l'Académie à se faire représenter à la solennité qui aura lieu à Côme, en 1899.

M. **E. von Leyden**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Sur un théorème de M. Cosserat.* Note de M. **Tzitzéica**, présentée par M. Darboux.

« M. Cosserat a énoncé le théorème suivant :

» *Les plans des cercles des systèmes cycliques déduits d'une congruence cyclique et de Ribaucour ont leurs points de contact avec leurs enveloppes en ligne droite; la droite ainsi déterminée forme une congruence dont les développables correspondent à celles de la congruence primitive et découpent les enveloppes des plans des cercles suivant des réseaux conjugués.*

» Je vais rattacher ce théorème à la proposition suivante, relative au système cyclique le plus général :

» *Considérons une congruence* C *et faisons correspondre à chaque droite* D *de* C *la corde de contact* Δ *de la sphère* S *décrite sur le segment focal de* D *comme diamètre avec son enveloppe. Je dis que, s'il existe sur la droite* Δ *un point* μ *qui décrit une surface dont la normale en* μ *soit parallèle à* D, *la congruence* C *est cyclique.*

» En effet, soient (x, y, z) les coordonnées du point moyen de D, 2ρ sa distance focale. Les conditions du problème s'écrivent

$$(1)\qquad \begin{cases} (x_1 - x)\dfrac{\partial x}{\partial u} + (y_1 - y)\dfrac{\partial y}{\partial u} + (z_1 - z)\dfrac{\partial z}{\partial u} + \rho\dfrac{\partial \rho}{\partial u} = 0, \\ (x_1 - x)\dfrac{\partial x}{\partial v} + (y_1 - y)\dfrac{\partial y}{\partial v} + (z_1 - z)\dfrac{\partial z}{\partial v} + \rho\dfrac{\partial \rho}{\partial v} = 0, \end{cases}$$

$$(2)\qquad \mathrm{X}\frac{\partial x_1}{\partial u} + \mathrm{Y}\frac{\partial y_1}{\partial u} + \mathrm{Z}\frac{\partial z_1}{\partial u} = 0, \qquad \mathrm{X}\frac{\partial x_1}{\partial v} + \mathrm{Y}\frac{\partial y_1}{\partial v} + \mathrm{Z}\frac{\partial z_1}{\partial v} = 0,$$

x_1, y_1, z_1 étant les coordonnées de μ, et X, Y, Z les cosinus de D. Décrivons du point μ comme centre une sphère Σ orthogonale à la sphère S. Le rayon de Σ sera déterminé par

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = \mathrm{R}^2 + \rho^2,$$

d'où l'on tire

$$(x - x_1)\left(\frac{\partial x}{\partial u} - \frac{\partial x_1}{\partial u}\right) + (y - y_1)\left(\frac{\partial y}{\partial u} - \frac{\partial y_1}{\partial u}\right) + (z - z_1)\left(\frac{\partial z}{\partial u} - \frac{\partial z_1}{\partial u}\right) = \mathrm{R}\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial u} + \rho\frac{\partial \rho}{\partial u},$$

$$(x - x_1)\left(\frac{\partial x}{\partial v} - \frac{\partial x_1}{\partial v}\right) + (y - y_1)\left(\frac{\partial y}{\partial v} - \frac{\partial y_1}{\partial v}\right) + (z - z_1)\left(\frac{\partial z}{\partial v} - \frac{\partial z_1}{\partial v}\right) = \mathrm{R}\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial v} + \rho\frac{\partial \rho}{\partial v},$$

et, en tenant compte de (1),

$$(x - x_1)\frac{\partial x_1}{\partial u} + (y - y_1)\frac{\partial y_1}{\partial u} + (z - z_1)\frac{\partial z_1}{\partial u} + R\frac{\partial R}{\partial u} = 0,$$
$$(x - x_1)\frac{\partial x_1}{\partial v} + (y - y_1)\frac{\partial y_1}{\partial v} + (z - z_1)\frac{\partial z_1}{\partial v} + R\frac{\partial R}{\partial v} = 0,$$

qui expriment que le point moyen de D se trouve sur la corde de contact de la sphère Σ avec son enveloppe.

» Comme en vertu de (2) D a même direction que cette corde de contact, elles coïncident. La congruence des droites D est donc définie comme étant formée par les cordes de contact d'une famille de sphères avec leur enveloppe, les foyers étant conjugués harmoniques par rapport aux points de contact. Un théorème de Ribaucour prouve que la congruence considérée est cyclique.

» Le point μ considéré précédemment est le point de contact du plan du cercle du système cyclique avec son enveloppe. Comme on sait, en général à chaque droite D correspond un seul point μ. Dans le cas où la congruence est en même temps de Ribaucour et cyclique, on a une infinité de systèmes cycliques, et les points de contact des plans avec leurs enveloppes sont visiblement distribués sur la droite Δ. Un calcul simple montre que les développables de la congruence formée par les droites Δ correspondent dans ce cas, et seulement dans ce cas, aux développements de la congruence C. Dans le cas tout à fait particulier où la congruence est de Ribaucour, cyclique et a sa distance focale constante, la droite Δ se confond avec la normale de la surface moyenne de la congruence C. Il en résulte que cette surface moyenne est une surface isothermique. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre d'élasticité d'un bandage pneumatique.* Note de M. **L. Lecornu**, présentée par M. Boussinesq.

« Un bandage pneumatique est constitué essentiellement par un tore annulaire en caoutchouc, revêtu d'une enveloppe en toile qui limite son extensibilité, et soumis : intérieurement, à une pression P_0, de plusieurs atmosphères; extérieurement, à la pression atmosphérique P_1. Les rayons, R_0 et R_1, de la section méridienne sont assez petits par rapport au rayon moyen, a, de la section équatoriale. En laissant de côté, dans une première étude, les effets dus à la présence de la toile, et en supposant

qu'on puisse traiter les rapports $\frac{R_0}{a}$, $\frac{R_1}{a}$ comme des infiniment petits, je suis parvenu aux résultats que je vais indiquer.

» Soit e l'épaisseur $R_1 - R_0$ du bandage. Posons

$$R^2 = \frac{R_0^2 + R_1^2}{2}$$

et

$$\alpha = \frac{1}{3\lambda + 2\mu} \frac{R_0^2 P_0 - R_1^2 P_1}{R_1^2 - R_0^2}, \qquad \beta = \frac{1}{2\mu} \frac{R_0^2 R_1^2 (P_0 - P_1)}{R_1^2 - R_0^2}, \qquad k = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu}$$

(λ et μ désignant les coefficients de Lamé). Introduisons en outre les fonctions

$$\Pi = (\rho^2 - R_0^2)(\rho^2 - R_1^2),$$

$$F = \frac{R^4 - \rho^4 - R^2 e^2 - k\Pi}{4R^2\rho^2} - 1,$$

$$f = (1 - k)\frac{\rho^2}{2R^2} + k \log\left(\frac{\rho}{R}\right)$$

(ρ désignant la distance d'un point quelconque M de la masse du bandage au centre de la section méridienne correspondante). Appelons, enfin, ω l'angle d'inclinaison du rayon ρ sur le rayon équatorial. Sous l'action des pressions P_0 et P_1, tous les points s'écartent de l'axe d'une quantité αa. En même temps le rayon ρ éprouve l'accroissement

$$\delta\rho = \alpha + \frac{\beta}{\rho} + \beta \frac{F + f}{2a} \cos\omega,$$

et l'angle ω s'augmente de la quantité

$$\delta\omega = \beta \frac{F - f}{2a} \frac{\sin\omega}{\rho}.$$

Le diamètre horizontal et le diamètre vertical de la section méridienne de rayon ρ éprouvent une égale dilatation proportionnelle : $\alpha + \frac{\beta}{\rho^2}$, indépendante de la première puissance de $\frac{1}{a}$. Mais en raison de la variation $\delta\omega$, la section ne demeure pas exactement circulaire : les éléments matériels subissent, tangentiellement à cette section, un glissement qui est proportionnel à leur distance à l'équateur et qui tend à les rapprocher de l'axe du tore.

» Appelons maintenant P, Q, S les pressions normales qui s'exercent,

en M, respectivement sur la surface du tore, sur le cône engendré par la révolution du rayon ρ et sur le plan méridien; soit, en outre, T la tension tangentielle éprouvée par le tore. On a

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} P &= (3\lambda + 2\mu)\alpha - 2\mu\frac{\beta}{\rho^2} - \frac{2\mu\beta}{4a}\frac{1-k}{R^2}\frac{\Pi}{\rho^3}\cos\omega, \\ Q &= (3\lambda + 2\mu)\alpha + 2\mu\frac{\beta}{\rho^2} + \frac{2\mu\beta}{4a}\frac{1-k}{R^2}\frac{\Pi}{\rho^3}\cos\omega \\ &\quad - \frac{2\mu\beta}{a}\frac{\cos\omega}{\rho} - \frac{2\mu\beta}{a}\frac{1-k}{R^2}\frac{\rho^2-R^2}{\rho}\cos\omega, \\ S &= (3\lambda + 2\mu)\alpha + 2\mu\frac{\beta\cos\omega}{a\rho} + \frac{2\mu\beta}{a}\frac{1-2k}{R^2}\frac{\rho^2-R^2}{\rho}\cos\omega, \\ T &= -\frac{2\mu\beta}{4a}\frac{1-k}{R^2}\frac{\Pi}{\rho^3}\sin\omega. \end{aligned}\right.$$

» Il est aisé d'établir que ces tensions, si elles étaient connues exactement, devraient vérifier *rigoureusement* les équations

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{\rho}\frac{dQ}{d\omega} + \frac{(S-Q)\sin\omega}{a+\rho\cos\omega} + \frac{dT}{d\rho} + \frac{2T}{\rho} + \frac{T\cos\omega}{a+\rho\cos\omega} = 0, \\ &\frac{Q}{\rho} + \frac{S\cos\omega}{a+\rho\cos\omega} = \frac{dP}{d\rho} + \frac{P}{\rho} + \frac{P\cos\omega}{a+\rho\cos\omega} + \frac{1}{\rho}\frac{dT}{d\omega} - \frac{T\sin\omega}{a+\rho\cos\omega}. \end{aligned}\right.$$

» Ici, la vérification a lieu pourvu qu'on continue à négliger les puissances de $\frac{1}{a}$ supérieures à la première.

» Quand a augmente indéfiniment, on retrouve à la limite, comme cela devait être, les conditions classiques de l'équilibre d'un cylindre creux. D'autre part, quand, laissant a fixe, on fait tendre l'épaisseur e vers zéro, on obtient à la limite les formules simples

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} P &= (3\lambda + 2\mu)\alpha - \frac{2\mu\beta}{\rho^2}, \\ Q &= (3\lambda + 2\mu)\alpha + \frac{2\mu\beta}{\rho^2} - \frac{2\mu\beta\cos\omega}{a\rho}, \\ S &= (3\lambda + 2\mu)\alpha + \frac{2\mu\beta\cos\omega}{a\rho}, \\ T &= 0. \end{aligned}\right.$$

» On peut déduire de là que, pour un bandage mince, la déchirure tend à se produire suivant la petite circonférence équatoriale et que l'effort correspondant augmente avec le rapport $\frac{R}{a}$.

» Les formules (3) ne concordent pas complètement avec celles qu'on obtient en supposant, dans les équations (2), T nul et P indépendant de ω. Car une intégration rigoureuse donne pour S, dans ces conditions, une valeur constante sur toute la surface du tore limite. Mais la contradiction n'est qu'apparente. En effet, S ne figure, aux équations (2), que dans des termes affectés du facteur $\frac{1}{a+\rho\cos\omega}$. Si donc on voulait en tirer une valeur de S exacte jusqu'aux termes de l'ordre $\frac{R}{a}$ inclus, il faudrait connaître P et T avec une approximation poussée jusqu'aux termes de l'ordre $\frac{R^2}{a^2}$. La conclusion est que, dans ce problème, on ne peut faire abstraction des efforts tangentiels dus aux glissements intérieurs, et cela, quelle que soit la minceur du bandage. »

ÉLECTRICITÉ. — *Télégraphie sans fil et collisions en mer.* Note de M. ÉDOUARD BRANLY.

« A l'occasion de l'ouverture, dans la dernière séance, du pli cacheté de MM. *Berget* et *Decombe*, il me paraît opportun de présenter quelques remarques qui s'appuient sur mes recherches relatives aux enveloppes métalliques.

» I. Deux navires suivant des routes voisines, il est urgent qu'ils soient prévenus lorsque leur distance est encore de plusieurs kilomètres.

» Jusqu'ici un navire A portant un transmetteur d'onde A_t pouvait avertir de sa présence un navire B muni d'un récepteur B_r, mais il ignorait lui-même la présence du navire B. La réciprocité est indispensable : chacun des navires doit posséder un transmetteur et un ou plusieurs récepteurs; mais pour conserver aux récepteurs leur sensibilité (1), il faut que A_t ne puisse pas agir sur A_r, ni B_t sur B_r. Avec des transmetteurs puissants et des récepteurs sensibles, comme cela doit être ici, un simple écran métallique plan ne préserverait nullement A_r de A_t, vu la faible distance. Nous savons maintenant qu'un récepteur ne se trouve soustrait à l'influence

(1) Un radioconducteur placé à une petite distance d'un transmetteur puissant éprouve une action très vive qui exige un choc énergique pour le retour; de là une grande diminution de sensibilité, et le radioconducteur ne peut plus répondre à l'influence faible d'un transmetteur éloigné.

d'un transmetteur voisin que s'il est *complètement* [1] enveloppé métalliquement. D'après cela, il est aisé de concevoir un dispositif électrique tel que A_r soit recouvert automatiquement dès que le courant qui fait fonctionner A_t se ferme et se découvre aussitôt que A_t s'arrête. A_r garde ainsi toute sa sensibilité pour les actions faibles et n'est impressionné que par B_t. De la même façon, B_r n'obéira pas à B_t, mais seulement à A_t. En opérant par intermittences suffisamment prolongées et en variant ces intermittences, les navires en présence seront respectivement avertis et, à la rigueur, cela pourra suffire.

» N'oublions pas qu'il faut entendre par récepteur non seulement le radioconducteur, mais son circuit tout entier. A cause de l'emploi nécessaire de la tige verticale et du conducteur au sol, l'enveloppement de l'ensemble par une cage en métal continu ou en fine toile métallique est impossible, mais l'enveloppement des pièces principales suffira si l'on produit par le mouvement de la cage un déclenchement qui fait sortir momentanément du circuit la tige et le conducteur au sol.

» II. Il serait utile que les directions de marche et les variations de distance fussent approximativement reconnues.

» En ce qui concerne les indications de direction, si les radioconducteurs étaient assez sensibles pour être impressionnés à très grande distance sans leurs annexes (longues tiges collectrices et conducteurs au sol), on en placerait un dans une cage métallique ouverte seulement sur une face et mobile sur un support tournant, l'orientation de l'ouverture au moment où la sonnerie se fait entendre renseignerait *à peu près* sur la direction d'où viennent les ondes (il s'agit ici d'actions à grande distance). Cela ne diffère pas essentiellement des réflecteurs dont parlent MM. Berget et Decombe, mais en raison de la nécessité actuelle des annexes, le problème reste sans solution.

» La question de la distance semble plus abordable. En premier lieu, une seule étincelle du transmetteur suffit pour influencer le récepteur à distance moyenne; au contraire, à très grande distance, l'action n'a lieu, par une sorte d'accumulation d'effets, que par un nombre d'étincelles qui croît avec l'éloignement. En second lieu, des expériences analogues à celles des fentes et des ouvertures de ma Note du 4 juillet seraient assurément susceptibles de conduire à l'emploi d'enveloppes qui permettraient, par la comparaison des effets, de juger de l'accroissement ou de la diminution de distance. »

---

[1] Séance du 4 juillet 1898; t. CXXVII, p. 44.

PHYSIQUE. — *Sur les rayons cathodiques* (¹). Note de M. P. **Villard**, présentée par M. J. Violle.

« *Émission.* — Lorsqu'on diminue progressivement la pression dans un tube de Crookes, cylindrique par exemple, à cathode plane, large et centrée, l'*afflux cathodique* (²) couvre, au début de son apparition, presque toute la cathode, à peu près uniformément. Si l'on continue à faire le vide, l'espace obscur s'agrandit et l'action répulsive des parois intervient, s'exerçant pendant le trajet de plus en plus long parcouru par l'afflux. La partie extérieure de ce courant gazeux est repoussée vers l'axe, et sa densité périphérique augmente; le cercle d'impact sur la cathode présente alors une région centrale uniforme entourée d'un anneau plus lumineux. La Photographie rend le phénomène très manifeste. A un vide plus avancé les bords intérieurs de l'anneau se rejoignent et l'uniformité se rétablit. Le faisceau cathodique principal est, dans ces conditions, un cylindre plein, ayant pour base le cercle d'afflux et présentant les mêmes particularités que lui. Le nombre de rayons qu'il contient décroît avec la pression, au bénéfice de leur énergie spécifique, et cela très rapidement, dès que l'afflux se réduit à un mince filet, sa section diminuant comme le carré du diamètre. Finalement l'afflux est supprimé et le courant ne passe plus.

» Si la cathode est sphérique concave, l'afflux tendant à arriver normalement à sa surface abandonne la région centrale presque complètement; attiré par le bord saillant de l'électrode et repoussé par les parois, il couvre seulement un anneau d'autant plus délié que la concavité est plus prononcée, et qui se resserre quand la pression diminue. Introduisant une électrode auxiliaire dans un trou percé au centre de la cathode, on fait à volonté varier le diamètre de l'anneau.

» Le faisceau cathodique est alors un cône creux à parois plus ou moins épaisses. C'est le phénomène observé par M. Swinton. A un degré de vide suffisant, variable, comme je l'ai montré, avec la forme et surtout le diamètre des tubes, le faisceau se réduit à un mince filet. Celui-ci est toujours normal, au point de départ, à la surface d'émission. Ceci se vérifie aisément avec une cathode sphérique décentrée : le faisceau part du point de

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1339; mai 1898.

l'électrode situé sur l'axe du tube, et normalement à celle-ci. De même, avec une cathode courbe au-devant de laquelle, à 15^{mm} environ, on dispose un diaphragme présentant deux ou trois ouvertures qui délimitent autant de courants d'afflux.

» *Propagation.* — Deux faisceaux cathodiques sont sans action mutuelle appréciable.

» Cette question, très controversée, paraît résolue par les expériences suivantes :

» La disposition déjà décrite (*loc. cit.*) d'une cathode plane précédée d'un diaphragme à trous permet d'obtenir, dans un espace protégé contre l'action de la cathode, deux faisceaux étroits parallèles, restant tels sur tout leur trajet. On vérifie de plus que deux courants d'afflux ne se repoussent pas.

» 2° A 0^{m},30 d'une cathode presque ponctuelle est un diaphragme à deux fentes rapprochées. A 0^{m},30 au delà est une lame fluorescente. L'ombre cathodique du système des deux fentes est égale à l'ombre géométrique; et les rayons passant par l'une des ouvertures ne changent pas de direction quand on ferme l'autre.

» 3° Un diaphragme à deux trous est placé à 15^{mm} en avant d'une cathode cylindrique concave. On a ainsi deux faisceaux concourants dont les trajectoires sont rectilignes à partir du diaphragme. Ces faisceaux se croisent sans s'influencer. De même avec cinq cathodes concourantes fixées dans des tubes distincts soudés à une même ampoule. Le champ, très intense près des cathodes, est ainsi presque nul dans l'ampoule qui constitue une sorte de cage de Faraday.

» Il n'y a donc pas lieu de parler d'action mutuelle se produisant lorsque deux faisceaux se pénètrent, ou que les rayons partant d'une cathode rencontrent des normales à une autre cathode en activité. Ces conditions, énoncées par M. Deslandres (1), et M. Goldstein (2), sont en effet réalisées dans la dernière des expériences précédentes. Il n'y a action que si un rayon rencontre des lignes de force, et un obstacle placé entre deux cathodes, se chargeant comme le tube, peut les intercepter.

» L'électrisation des rayons cathodiques, découverte par M. Jean Perrin (3), suffit à expliquer les effets d'attraction et de répulsion observés. Par exemple une électrode, reliée au sol ou même isolée, placée près de la cathode, attire les rayons (et repousse l'afflux). Sa partie intérieure se charge en effet positivement par influence. La même électrode se comporte, loin de la cathode, d'une manière inverse : entourée par le

(1) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 678.
(2) *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 1199.
(3) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XI, p. 503.

tube à potentiel très élevé, elle se charge négativement, ce qu'il est aisé de vérifier. De même, en touchant du doigt un tube de Crookes loin de la cathode, la paroi touchée devient cathode et il y a répulsion.

» Soit maintenant un tube à cathode plane centrée, de même diamètre que le tube. Les surfaces équipotentielles sont sensiblement planes et le faisceau est cylindrique. Vient-on à réduire le diamètre de la cathode, les surfaces de niveau se courbent et le faisceau est divergent. Si la cathode présente la forme d'un rectangle allongé, les rayons cathodiques doivent s'étaler en éventail dans un plan perpendiculaire à la plus grande dimension du rectangle, et c'est en effet ce qui a lieu.

» Supposons, au contraire, une cathode sphérique concave : à un vide peu avancé, les rayons émis forment un cône creux; menons un plan tangent à ce cône, le rayon contenu dans ce plan est repoussé d'une manière prépondérante par la partie de la cathode située du même côté de ce plan que le centre. De cette dissymétrie résulte une déviation du rayon qui tend à devenir parallèle à l'axe du cône. On peut également dire que les projectiles cathodiques, rencontrant obliquement les surfaces de niveau, se comportent comme des corps pesants lancés obliquement de haut en bas. De là cet allongement bien connu du foyer cathodique, d'autant plus marqué que le vide est plus avancé et le champ, par suite plus intense, près de la cathode. Plaçant au-devant de celle-ci un diaphragme à deux trous, on a deux faisceaux concourants, rectilignes à partir du diaphragme, se coupant cependant au delà du centre de courbure de la cathode; c'est donc surtout au voisinage de celle-ci que se produit l'inflexion des trajectoires, là précisément où le champ a son maximum d'intensité. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur une substance nouvelle radio-active, contenue dans la pechblende* (¹). Note de M. P. **Curie** et de Mme S. **Curie**, présentée par M. Becquerel.

« Certains minéraux contenant de l'uranium et du thorium (pechblende, chalcolite, uranite) sont très actifs au point de vue de l'émission des rayons de Becquerel. Dans un travail antérieur, l'un de nous a montré que

---

(¹) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et Chimie industrielles. Nous remercions tout particulièrement M. Bémont, chef des travaux de Chimie, pour les conseils et l'aide qu'il a bien voulu nous donner.

leur activité est même plus grande que celle de l'uranium et du thorium, et a émis l'opinion que cet effet était dû à quelque autre substance très active renfermée en petite quantité dans ces minéraux ([1]).

» L'étude des composés de l'uranium et du thorium avait montré, en effet, que la propriété d'émettre des rayons qui rendent l'air conducteur et qui agissent sur les plaques photographiques, est une propriété spécifique de l'uranium et du thorium qui se retrouve dans tous les composés de ces métaux, d'autant plus affaiblie que la proportion du métal actif dans le composé est elle-même plus faible. L'état physique des substances semble avoir une importance tout à fait secondaire. Diverses expériences ont montré que l'état de mélange des substances ne semble agir qu'en faisant varier la proportion des corps actifs et l'absorption produite par les substances inertes. Certaines causes (telles que la présence d'impuretés) qui agissent si puissamment sur la phosphorescence ou la fluorescence sont donc ici tout à fait sans action. Il devient dès lors très probable que si certains minéraux sont plus actifs que l'uranium et le thorium, c'est qu'ils renferment une substance plus active que ces métaux.

» Nous avons cherché à isoler cette substance dans la pechblende, et l'expérience est venue confirmer les prévisions qui précèdent.

» Nos recherches chimiques ont été constamment guidées par le contrôle de l'activité radiante des produits séparés à chaque opération. Chaque produit est placé sur l'un des plateaux d'un condensateur, et la conductibilité acquise par l'air est mesurée à l'aide d'un électromètre et d'un quartz piézoélectrique, comme dans le travail cité ci-dessus. On a ainsi non seulement une indication, mais un nombre qui rend compte de la richesse du produit en substance active.

» La pechblende que nous avons analysée était environ deux fois et demie plus active que l'uranium dans notre appareil à plateaux. Nous l'avons attaquée par les acides, et nous avons traité la liqueur obtenue par l'hydrogène sulfuré. L'uranium et le thorium restent dans la liqueur. Nous avons reconnu les faits suivants :

» Les sulfures précipités contiennent une substance très active en même temps que du plomb, du bismuth, du cuivre, de l'arsenic, de l'antimoine.

» Cette substance est entièrement insoluble dans le sulfure d'ammonium qui la sépare de l'arsenic et de l'antimoine.

» Les sulfures insolubles dans le sulfure d'ammonium étant dissous dans

---

([1]) Mme Sklodowska Curie, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1101.

l'acide azotique, la substance active peut être incomplètement séparée du plomb par l'acide sulfurique. En épuisant le sulfate de plomb par l'acide sulfurique étendu, on parvient à dissoudre en grande partie la substance active entraînée avec le sulfate de plomb.

» La substance active se trouvant en solution avec le bismuth et le cuivre est complètement précipitée par l'ammoniaque, ce qui la sépare du cuivre.

» Finalement le corps actif reste avec le bismuth.

» Nous n'avons encore trouvé aucun procédé exact pour séparer la substance active du bismuth par voie humide. Nous avons cependant effectué des séparations incomplètes basées sur les faits suivants :

» Dans la dissolution des sulfures par l'acide azotique, les portions les plus faciles à dissoudre sont les moins actives.

» Dans la précipitation des sels par l'eau les premières portions précipitées sont de beaucoup les plus actives.

» Nous avions observé qu'en chauffant la pechblende on obtenait par sublimation des produits très actifs. Cette remarque nous a conduits à un procédé de séparation fondé sur la différence de volatilité du sulfure actif et du sulfure de bismuth. On chauffe les sulfures dans le vide dans un tube de verre de Bohême vers 700°. Le sulfure actif se dépose sous forme d'enduit noir dans les régions du tube qui sont à 250°-300°, tandis que le sulfure de bismuth reste dans les parties plus chaudes.

» En effectuant ces diverses opérations, on obtient des produits de plus en plus actifs. Finalement nous avons obtenu une substance dont l'activité est environ 400 fois plus grande que celle de l'uranium.

» Nous avons recherché, parmi les corps actuellement connus, s'il en est d'actifs. Nous avons examiné des composés de presque tous les corps simples; grâce à la grande obligeance de plusieurs chimistes, nous avons eu des échantillons des substances les plus rares. L'uranium et le thorium sont seuls franchement actifs, le tantale l'est peut-être très faiblement.

» Nous croyons donc que la substance que nous avons retirée de la pechblende contient un métal non encore signalé, voisin du bismuth par ses propriétés analytiques. Si l'existence de ce nouveau métal se confirme, nous proposons de l'appeler *polonium*, du nom du pays d'origine de l'un de nous.

» M. Demarçay a bien voulu examiner le spectre du corps que nous étudions. Il n'a pu y distinguer aucune raie caractéristique en dehors de celles dues aux impuretés. Ce fait n'est pas favorable à l'idée de l'existence d'un

nouveau métal. Cependant, M. Demarçay nous a fait remarquer que l'uranium, le thorium et le tantale offrent des spectres particuliers, formés de lignes innombrables, très fines, difficiles à apercevoir [1].

» Qu'il nous soit permis de remarquer que si l'existence d'un nouveau corps simple se confirme, cette découverte sera uniquement due au nouveau procédé d'investigation que nous fournissent les rayons de Becquerel. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Décomposition des phosphates monobarytique et monocalcique par l'eau à* 100°. Note de M. **Georges Viard**, présentée par M. Troost.

« On sait que les phosphates monobasiques alcalino-terreux se décomposent partiellement en présence de l'eau en phosphate bibasique qui se dépose et acide phosphorique qui reste dissous en même temps que le phosphate monobasique non décomposé. M. Joly, à qui l'on doit la connaissance de ces faits (*Comptes rendus,* 1883 et 1884), ayant montré avec M. Sorel, dans un travail plus récent (*Comptes rendus,* 1894), que le phosphate bicalcique se décompose, à son tour, en présence de l'eau bouillante, il y avait lieu de se demander si la décomposition des phosphates monobasiques précédents se fait par l'eau à 100° comme par l'eau froide, aux valeurs numériques près, ou si, au contraire, elle éprouve une transformation profonde, donnant lieu à un précipité plus basique que le phosphate bimétallique. Tel est le but du présent travail, entrepris sur le conseil de ce maître regretté.

» Pour faire réagir des poids donnés d'eau et de phosphate, on peut les enfermer dans un tube scellé que l'on maintient dans l'eau bouillante; on peut aussi, plus simplement, les placer dans un flacon dont le bouchon livre passage à un long tube vertical qui sert de réfrigérant; l'expérience montre qu'avec un tube d'environ 80^{cm}, la perte par évaporation est insignifiante, même en maintenant le flacon dans l'eau bouillante pendant cinq heures, durée plus que suffisante pour arriver à l'état d'équilibre. L'opération terminée, on sépare rapidement, par filtration, la liqueur chaude du précipité cristallin qui y a pris naissance; on dose, dans la liqueur filtrée, l'acide phosphorique et la base alcalino-terreuse, et l'on fait, en outre, l'analyse du précipité.

» Les résultats sont donnés par les Tableaux suivants, dans lesquels P représente le

---

(1) La singularité de ces trois spectres est signalée dans la belle publication de M. Demarçay : *Spectres électriques,* 1895.

poids en grammes de phosphate monobasique réagissant sur 100gr d'eau; R le rapport de l'acide phosphorique total à l'acide phosphorique combiné; BaO, CaO et P^2O^5 les poids en milligrammes de ces corps contenus dans 1gr de la liqueur, et enfin D la densité de cette liqueur.

Décomposition du phosphate monobarytique $(PO^4)^2BaH^4$ *à* 100°.

P.	R.	BaO.	P^2O^5.	D.
1	1,21	3,26	3,64	1,003
2,5	1,58	5,47	8,00	1,007
5	1,81	8,27	14,13	1,02
10	2,22	12,70	26,17	1,03
20	2,56	18,33	48,31	1,06
30	2,72	27,90	70,60	1,08
50	2,74	42,36	107,92	1,13
75	2,79	52,93	137,13	1,17
100	2,79	64,10	165,83	1,22

» Le rapport R commence donc par croître rapidement avec le poids de sel pour les faibles concentrations, puis de plus en plus lentement, pour devenir enfin sensiblement constant et égal à 2,8. Quant au précipité, l'analyse montre qu'il est toujours composé uniquement de phosphate bibarytique $(PO^4)^2H^2Ba^2$, du moins tant que la solution n'est pas saturée, car, dans ce dernier cas, le précipité de phosphate bibarytique se trouve forcément mélangé de phosphate monobarytique non dissous. C'est ce qui arrive pour P = 100gr.

» En résumé, la décomposition par l'eau à 100° suit donc la même marche que la décomposition par l'eau froide étudiée par M. Joly; les nombres seuls diffèrent : R, qui avait pour limite 2 à 15°, a pour limite 2,8 à 100°.

Décomposition du phosphate monocalcique $(PO^4)^2CaH^4 + H^2O$ *à* 100°.

P.	R.	CaO.	P^2O^5.	D.
1	1,19	1,63	4,91	1,0016
2	1,43	2,40	8,67	1,003
5	1,74	4,40	19,34	1,01
10	2,02	6,96	35,60	1,03
50	2,34	22,90	136,16	1,14
100	2,34	37,50	222,30	1,24

» Là encore le rapport R de l'acide total à l'acide combiné croît rapidement, d'abord, pour devenir finalement constant et égal à 2,34. Quant au

précipité formé (tant qu'il n'est pas mélangé de phosphate monocalcique non dissous, ce qui arrive pour $P = 100$) l'analyse montre qu'il est uniquement formé de phosphate bicalcique anhydre $(PO^4)^2H^2Ca^2$. C'est là la différence la plus caractéristique avec la décomposition par l'eau froide, laquelle donne du phosphate bicalcique hydraté $(PO^4)^2H^2Ca^2 + 4H^2O$ soluble dans l'acide acétique, tandis que le phosphate bicalcique anhydre ne l'est pas. Quant à la limite de R, qui était, à froid, 1,5, elle est, à 100°, 2,34.

» Remarquons, en terminant, qu'une fois la composition du précipité connue, on peut déduire du poids de ce précipité la valeur du rapport R. Si l'on désigne, en effet, par P le poids de sel monobasique mis en expérience, par M son poids moléculaire; par p le poids de sel bibasique formé, par m son poids moléculaire, et enfin par q le poids moléculaire de l'acide phosphorique, les poids de cet acide contenus dans les poids P et p sont $P\frac{q}{M}$ et $p\frac{q}{m}$; et, comme la formation du précipité a mis en liberté une quantité d'acide phosphorique égale à celle qu'il contient, on a

$$R = \frac{\frac{P}{M} - \frac{p}{m}}{\frac{P}{M} - 2\frac{p}{m}}.$$

» Cette manière de déterminer R ne saurait d'ailleurs offrir la précision des dosages effectués sur la liqueur filtrée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfure de magnésium anhydre et cristallisé.* Note de M. A. **Mourlot** [1], présentée par M. H. Moissan.

« Le soufre et le magnésium s'unissent directement vers 600° pour donner un sulfure de formule MgS que l'on connaît sous forme d'une masse grise, poreuse, amorphe et infusible. Un certain nombre de réactions permettent d'obtenir ce composé indirectement : dans ce cas, on obtient une poudre blanche très altérable.

» L'étude que nous poursuivons de l'action d'une haute température et

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École de Pharmacie.

des réducteurs sur les sulfures nous a amené à obtenir ce corps fondu et cristallisé.

» I. *Préparation du sulfure amorphe.* — Il nous était nécessaire pour entreprendre ces recherches de préparer commodément d'assez grandes quantités de sulfure amorphe; à cet effet après avoir employé, soit la méthode de Fremy ([1]) (*action du sulfure de carbone sur la magnésie au rouge*); soit celle de Reichel ([2]) et de Parkinson ([3]) (*action des vapeurs de soufre entraînées par l'hydrogène sur du magnésium chauffé au rouge*), nous nous sommes arrêté aux deux procédés suivants :

» 1° Nous plaçons la limaille de magnésium mélangée d'une petite quantité de soufre dans une nacelle de charbon disposée dans un tube de porcelaine chauffé au coke dans un fourneau à réverbère; le tube est traversé par un courant continu d'hydrogène sulfuré; la réaction a lieu avec une vive incandescence.

» On obtient ainsi rapidement le sulfure amorphe de couleur blanche, légèrement grisâtre.

» 2° Un deuxième procédé consiste à faire réagir l'hydrogène sulfuré sur le sulfate anhydre ou la magnésie chauffés vers 1200°; toutefois la transformation complète de la magnésie en sulfure est assez lente, comme l'avait indiqué Reichel ([2]). Si l'on opère sur 20^{gr} de sulfate la transformation est complète après quatre à cinq heures de chauffe; il s'est dégagé d'abondantes vapeurs de soufre, du gaz sulfureux et de l'eau.

» Dans ces deux méthodes, on peut se servir pour la préparation de l'hydrogène sulfuré d'un appareil continu. On laisse refroidir dans un courant d'hydrogène.

» Nous avons obtenu à l'analyse, pour le sulfure amorphe :

I.		II.			
Mg......	43,05	Mg......	43,15	Théorie : Mg......	42,85
S........	56,85	S........	56,80	S........	57,15

» II. *Préparation du sulfure fondu et cristallisé.* — 1° Le sulfure amorphe est placé dans une nacelle de charbon et cette dernière est introduite dans le tube de charbon du four électrique à tube.

» Après six minutes environ de chauffe par un courant de 1000 ampères et de 50 volts, nous obtenons une masse globulaire jaunâtre, à reflets brillants, nettement fondue; cette expérience a été répétée un certain nombre de fois en faisant varier la durée de la chauffe et nous obtenons toujours le même produit.

([1]) Fremy, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXXVIII, p. 324.
([2]) Reichel, *J. f. prak. Ch.*, t. XII, p. 55.
([3]) Parkinson, *Chem. Soc.*, t. XX; p. 127.

» 2° Nous avons cherché en outre à préparer directement au four électrique le sulfure cristallisé en réduisant le sulfate anhydre par le charbon.

» Cette méthode, qui nous a donné de bons résultats pour les sulfures alcalino-terreux, ne nous a fourni dans ce cas qu'une transformation incomplète du sulfate en sulfure; une certaine quantité de sulfate étant amenée à l'état de magnésie.

» 3° Nous avons cherché ensuite à utiliser les phénomènes de double décomposition susceptibles d'avoir lieu entre le chlorure de magnésium et certains sulfures.

» A cet effet, nous mélangeons le sulfure de magnésium en léger excès avec le protosulfure d'étain dans les proportions définies par la formule $MgCl^2 + SnS$, et nous soumettons ce mélange à l'action d'un courant de 1000 ampères et de 50 volts. Il y a dégagement d'abondantes vapeurs de chlorure d'étain et après sept à huit minutes environ, la chauffe étant arrêtée, on trouve de petits globules de sulfure de magnésium fondu qui s'identifie complètement avec celui provenant de la fusion du sulfure amorphe.

» L'analyse du sulfure cristallisé nous a donné :

	I.	II.	Théorie.
Mg	43,23	43,6	42,85
S..................	56,65	56,3	57,15

» *Propriétés.* — Le sulfure de magnésium fondu est formé de gros globules à cassure cristalline présentant souvent des géodes tapissées de cristaux cubiques; on constate deux clivages nettement rectangulaires et ces cristaux n'agissent pas sur la lumière polarisée. Ils sont insolubles et sans action sur l'essence de térébenthine à la température ordinaire; leur densité prise dans ce liquide est 1,85.

» L'hydrogène est sans action sur le sulfure de magnésium cristallisé, à la plus haute température que peut fournir le fourneau à réverbère; le chlore vers 300° réagit avec incandescence en produisant du chlorure de magnésium anhydre ainsi que du chlorure de soufre; le brome et l'iode réagissent au rouge sombre avec formation du bromure et de l'iodure correspondants, mais sans incandescence.

» L'action de l'oxygène est également très vive et se produit, par une légère élévation de température, sans dégagement de gaz sulfureux; les oxydants énergiques, chlorate de potassium, bioxyde de plomb, nitrate de potassium, réagissent également avec incandescence. Avec l'anhydride phosphorique il y a de plus production d'un sulfure de phosphore.

» Le phosphore ne réagit pas sur le sulfure de magnésium cristallisé; la réaction a été faite dans un courant de gaz carbonique; il n'y a aucune trace de réduction

vers 1000°. Le bore et le silicium chauffés avec le sulfure dans un courant d'hydrogène ne réagissent pas au rouge. L'action du carbone a été faite au four électrique; après quinze minutes de chauffe sous l'action d'un courant de 1000 ampères et de 50 volts il n'y a pas eu de réduction.

» Le fer est sans action, au rouge sombre; le sodium, au contraire, réagit, mais sans incandescence.

» La vapeur d'eau réagit directement avec production de magnésie et dégagement d'hydrogène sulfuré; à la température ordinaire le sulfure cristallisé s'attaque très difficilement par l'eau liquide alors que pour le sulfure amorphe la décomposition est immédiate.

» L'acide azotique concentré l'attaque à froid avec formation de soufre; l'acide sulfurique même étendu réagit à la température ordinaire avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» L'acide fluorhydrique gazeux ainsi que le gaz chlorhydrique réagissent à froid; en chauffant légèrement il y a incandescence et production du fluorure ou chlorure anhydre; l'action des acides bromhydrique et iodhydrique a lieu au rouge naissant avec formation du bromure ou de l'iodure; toutefois il n'y a pas dans ce cas d'incandescence.

» Les chlorures métalloïdiques réagissent sous l'action d'une légère élévation de température sur le sulfure de magnésium cristallisé; avec le trichlorure de phosphore la réaction a lieu avec un grand dégagement de chaleur et production de sulfure de phosphore.

» Avec le chlorure de chromyle la réaction est également très vive; il y a dans ce dernier cas production d'un corps verdâtre, renfermant du chrome et du soufre, dont nous poursuivons l'étude.

» *En résumé* : 1° Nous avons indiqué une préparation facile du sulfure de magnésium anhydre;

» 2° Nous avons obtenu le sulfure de magnésium cristallisé soit par fusion du sulfure amorphe précédent soit par l'action du sulfure d'étain sur le chlorure de magnésium anhydre;

» 3° Enfin de l'étude des propriétés du sulfure de magnésium cristallisé il résulte que ce sulfure, beaucoup moins altérable que le sulfure amorphe, se rapproche du sulfure de baryum cristallisé pour la plupart des réactions. Il s'en distingue notamment par sa complète irréductibilité par le carbone ce qui le place à côté des sulfures stables à haute température. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Échange des halogènes entre eux dans la série aromatique* (¹). Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Friedel.

« Les différentes réactions que donne le chlorure ferrique anhydre dans la série aromatique forment aujourd'hui deux chapitres bien distincts :

» 1° Le chlorure ferrique, grâce sans doute à la formation de composés organométalliques, peut réagir à la façon du chlorure d'aluminium. Lorsque la réaction est terminée, on retrouve, sous sa forme primitive, le chlorure ferrique, qui semble ainsi n'avoir pas pris part à la réaction. Il réagit, comme on dit, par action de présence.

» 2° Le chlorure ferrique peut réagir comme agent de chloruration en se transformant en chlorure ferreux.

» Cela résulte nettement d'expériences que j'ai rapportées dans une récente publication (²). J'ai montré, en effet, que, par l'action du chlorure ferrique sur le benzène, on pouvait obtenir toute la série des chlorophènes jusqu'au composé C^6Cl^6, et que cette réaction est susceptible de généralisation puisque les dérivés substitués du benzène, comme le toluène, les corps à molécules plus complexes comme le naphtalène donnaient encore naissance à des produits de substitution.

» Les benzènes bromés se chlorent aussi très régulièrement par l'action du chlorure ferrique. C'est ainsi que le bromure de phényle donne naissance au chlorobromophène $C^6H^4Cl_1Br_4$. La chloruration du parabromochlorophène, dont je me propose de commencer l'étude dans cette Note, est une application de la méthode précédente. Cependant, dans cette réaction, le chlorure ferrique joue un rôle nouveau fort intéressant. Il jouit de la propriété d'échanger son chlore contre le brome du bromure organique. C'est là, dans la série grasse, une réaction classique qu'on exécute le plus souvent à l'aide de chlorures métalliques tels que le pentachlorure d'antimoine et de phosphore, le chlorure mercurique, etc.; mais dans la série aromatique de tels échanges sont extrêmement rares (³).

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de Paris.

(²) *Bulletin Soc. chim.;* 1898.

(³) Je citerai, dans cet ordre d'idées, le déplacement par un courant de chlore de l'iodoaniline $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}AzH^2 & (1)\\ I & (4)\end{matrix}\right.$.

» Voici comment on peut opérer pour effectuer cette réaction :

» On chauffe ensemble au réfrigérant ascendant 100^{gr} de dibromophène (1.4) avec dix à douze fois son poids de chlorure ferrique anhydre. A peine le bromobenzène est-il arrivé à son point de fusion que le dégagement d'acide chlorhydrique commence. Très faible à cette température, il devient extrêmement abondant dès qu'on l'élève davantage. On continue à chauffer jusqu'à cessation de dégagement gazeux. Si la température a été assez élevée, on voit souvent les parties froides du ballon se tapisser de longues et fines aiguilles qu'on recueille ainsi dans un grand état de pureté. Il suffit, en effet, d'une ou deux cristallisations pour avoir un produit pur. Qu'on observe ou non la formation du produit sublimé, il faut reprendre le résidu par des dissolvants appropriés, tels que benzène, alcool pour pouvoir séparer les produits formés. En employant finalement la sublimation, on obtient de très bons résultats.

» On peut, en partant des proportions mentionnées ci-dessus, séparer les produits bruts en trois portions très inégales, d'ailleurs, au point de vue des quantités obtenues, mais se séparant bien nettement par leur point de fusion :

» 1° Une substance blanche passant facilement de l'état liquide à l'état solide, et réciproquement, à la température ordinaire et fondant par suite approximativement à 20°;

» 2° Des aiguilles fusibles à 120°, se sublimant facilement.

» Ces deux portions sont extrêmement faibles, et je n'ai pu avoir des quantités suffisantes de ces produits pour pouvoir effectuer des analyses complètes. Toutefois, comme ces composés, comme celui du reste formant la troisième portion, prennent naissance par chloruration à l'aide du chlorure ferrique, du chlorobromophène $C^6H^4Cl_1Br_4$, ils doivent représenter différents termes de la série des chlorobromures renfermant 1 atome de brome.

» 3° Une substance cristallisée en longues aiguilles, se sublimant assez facilement et fondant à 228°. Cette substance formant le produit principal de la réaction ne renferme dans sa molécule qu'*un atome de brome*. L'autre atome a été enlevé et remplacé par du chlore.

» Le brome enlevé ne s'élimine pas à l'état d'acide bromhydrique, mais se trouve dans la partie des résidus solubles dans l'eau en combinaison avec le fer à l'état de bromure ou peut-être de chlorobromure. On l'y décèle facilement en le déplaçant par un courant de chlore en présence de chloroforme.

» L'analyse conduit à la formule C^6BrCl^5.

» Le poids moléculaire calculé est de 129,5; la cryoscopie dans le benzène a donné pour cette valeur : 129.

» Le dérivé précédent est donc le dérivé correspondant à l'hexachlorobenzène. Quant au processus de la formation, rien n'est plus simple à expliquer. La réaction se passe en deux temps : 1° phénomène de substitution; un atome de brome est enlevé et remplacé par un atome de chlore; 2° chloruration d'après la méthode générale du chlorobromure obtenu.

» Un point reste à éclaircir, à savoir si le phénomène de substitution suit ou précède le phénomène de chloruration. Dans le premier cas on pourrait obtenir, en opérant avec des quantités moindres de chlorure ferrique, des chlorobromophènes renfermant 2 atomes de brome, tandis que dans le second cas de tels composés ne sauraient prendre naissance. Enfin, et ce serait là un cas intermédiaire, il pourrait y avoir d'abord chloruration; le composé ainsi formé échangerait son brome contre du chlore, puis le nouveau chlorobromure se chlorerait à son tour d'après la méthode générale. L'étude des composés intermédiaires, que je n'ai fait que mentionner dans cette Note, me permettra vraisemblablement de déterminer l'ordre dans lequel s'effectuent les différentes opérations. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur l'isobutylphénol para. Remarques sur la bromuration des phénols* ([1]). Note de M. **F. Bodroux**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication ([2]), j'ai étudié l'action d'un excès de brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques phénols. J'ai voulu compléter ce travail en essayant la réaction sur un composé possédant une longue chaîne latérale : je me suis adressé à l'isobutylphénol.

» Le corps dont je me suis servi fondait à 98°. Il a été préparé en faisant agir l'alcool isobutylique sur le phénol ordinaire en présence du chlorure de zinc, suivant les indications données par M. Liebmann ([3]).

» Sa formule de constitution

$$C^6H^4\begin{cases} C\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \end{cases} & 4 \\ OH & 1 \end{cases}$$

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'Université de Poitiers.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1282.

([3]) *Berichte*, t. XIV, p. 2842.

est bien établie; la chaîne est attachée au noyau aromatique par l'intermédiaire d'un carbone quaternaire.

» J'ai opéré de la manière suivante :

» Dans 120gr de brome froid contenant en solution 1gr,2 d'aluminium, j'ai ajouté, par petites portions, 7gr d'isobutylphénol. La réaction est excessivement vive. Au bout de six heures, le mélange a été versé dans une capsule, et l'excès de brome évaporé dans un courant d'air. Le résidu s'est présenté sous la forme d'une masse grise, solide, imprégnée d'une substance gommeuse qu'un lavage à l'éther froid suffit à enlever. Le produit (22gr environ) recueilli sur un filtre a été séché, puis traité à l'ébullition par le chloroforme où il se dissout. On filtre et, par refroidissement, il se dépose dans le liquide une grande quantité d'aiguilles blanches et soyeuses.

» Le corps ainsi obtenu fond à 225°; à température plus élevée, il se décompose en laissant dégager du brome. Il se dissout facilement à chaud dans la potasse, et, par refroidissement, le sel de potassium cristallise sous forme de fines aiguilles blanches. Leur solution dans un excès d'eau froide donne, avec l'azotate d'argent, un volumineux précipité rosé.

» Le point de fusion et le dosage de brome montrent que le corps obtenu est le pentabromophénol.

» Une autre opération, dont la durée n'a été que de trois heures, m'a donné absolument les mêmes résultats.

» Donc, dans l'action du brome en excès en présence du bromure d'aluminium sur l'isobutylphénol, il y a scission de la molécule. Le produit principal de la réaction est le pentabromophénol, et la faible quantité de matière gommeuse qui imprègne ce corps est, selon toutes probabilités, formée de dérivés bromés de la chaîne latérale.

» Le brome en excès agisssant sur les monophénols en présence du bromure d'aluminium donne des réactions parfaitement nettes, pouvant être rapprochées de celles qui se produisent avec les hydrocarbures d'où dérivent ces corps.

» On pourra donc appliquer aux monophénols les règles établies pour les hydrocarbures [1] et conclure que :

» Dans les monophénols, le brome, agissant en présence du bromure d'aluminium sur le noyau aromatique, effectue toutes les substitutions possibles, en respectant le groupement OH.

» Si une chaîne latérale est attachée au noyau par un groupement

---

[1] *Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques composés organiques* (*Thèses de l'Université de Paris*, mai 1898).

$(CH)'''$ ou $(C)^{IV}$ elle est détruite et un atome de brome prend sa place dans le noyau. La chaîne, au contraire, sera respectée si l'union se fait par l'intermédiaire d'un groupement $(CH^2)''$.

» La bromuration pourra donc, chez certains phénols, servir à déterminer la formule de constitution des chaînes latérales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dicétones du tétrahydro-β-oxazol dérivées des phényluréthanes de quelques oxy-acides.* Note de M. **E. Lambling**, présentée par M. Arm. Gautier.

« J'ai montré que, lorsque l'on traite par l'isocyanate de phényle des éthers-alcools du type $R - CH.OH - CO^2R'$, on obtient des phényluréthanes de formule

$$\begin{array}{l} R - CHO.COAzH.C^6H^5 \\ \quad\;\; | \\ \quad\;\; CO^2R' \end{array}$$

dont les acides libres s'obtiennent aisément par saponification de l'éther au moyen de la soude, puis décomposition du sel alcalin par un acide ([1]). Lorsque l'on fait bouillir ces acides avec de l'eau, ils fournissent par déshydratation des anhydrides internes du type

$$\begin{array}{l} R - CHO.COAz.C^6H^5 \\ \quad\;\; | \diagup \\ \quad\;\; CO \end{array}$$

qui représentent les dicétones du tétrahydro-β-oxazol

$$\underbrace{\begin{array}{ccc} & O & \\ H^2C & & CH^2 \\ | & & | \\ H^2C & — & AzH \end{array}}_{\text{Tétrahydro-β-oxazol.}} \qquad \underbrace{\begin{array}{ccc} H & O & \\ R & C & CO \\ & | & | \\ & OC & — AzC^6H^5 \end{array}}_{\text{Dicétones obtenues.}}$$

» J'ai obtenu ces composés par l'action de l'eau bouillante sur les phényluréthanes des acides lactique, glycolique, phénylglycolique et α-oxyisobutyrique. Pour la dicétone dérivée de l'acide trichlorolactique, il a fallu partir de la phényluréthane du trichlorolactate d'éthyle.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 4 juillet 1898.

» 1. Dicétone dérivée de la phényluréthane de l'acide lactique, $CH^3.CHO.COAz.C^6H^5$.
$\overset{|}{CO}$—————

— Aiguilles microscopiques, fusibles à 141°, peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'eau bouillante, solubles dans l'alcool et l'éther, insolubles à froid dans une dissolution concentrée de carbonate de soude. A chaud, le corps se dissout en régénérant, sous la forme du sel de soude, la phényluréthane de l'acide lactique. *Trouvé :* C, 62,57; H, 4,80; Az, 7,45. *Calculé :* C, 62,82; H, 4,71; Az, 7,32 pour 100. Un essai cryoscopique, avec l'acide acétique glacial comme solvant, a donné comme poids moléculaire : 193. *Calculé :* 191.

» J'avais en mains cet anhydride, et les quatre autres dont la description va suivre, lorsque j'ai eu connaissance du récent travail de M. Morris W. Travers, qui a isolé le même composé en soumettant à la sublimation le produit brut résultant de l'action de l'isocyanate de phényle sur l'acide lactique. En dissolvant ce corps à chaud, dans l'ammoniaque aqueuse, et précipitant par l'acide chlorhydrique, ce chimiste a obtenu un acide qu'il représente par le schéma $C^6H^5.Az\begin{cases}CO^2H\\ CO-CHOH-CH^3\end{cases}$. Mais cette formule est en contradiction avec la suite très régulière des réactions qui m'ont conduit de la phényluréthane de l'éther à celle du sel de soude, puis à celle de l'acide libre et enfin à l'anhydride.

» 2. Dicétone dérivée de la phényluréthane de l'éther trichlorolactique,

$$CHCl^2-CHO.COAz.C^6H^5.$$
$$\overset{|}{CO}$$

— La phényluréthane de l'éther trichlorolactique, traitée par la soude aqueuse à 10 pour 100 environ, s'échauffe et se transforme rapidement en un corps qui cristallise de l'alcool bouillant en un feutrage de fines aiguilles fusibles à 202°. *Trouvé :* C, 46,27; H, 2,00; Az, 5,44; Cl, 27,03. *Calculé :* C, 46,15; H, 2,69; Az, 5,38; Cl, 27,31. Un essai cryoscopique, avec la benzine comme solvant, a donné comme poids moléculaire : 242. *Calculé :* 260. En solution benzénique, ce corps ne manifeste aucune tendance à s'ajouter du brome.

» Dans le but de contrôler la formule de cet anhydride, j'ai étudié l'action de la soude aqueuse sur la phényluréthane du nitrile trichlorolactique en solution dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole. Il se précipite, à la limite de séparation des deux liquides, des aiguilles microscopiques, fusibles à 150°, et répondant à la formule $CHCl^2-CHO.COAzH.C^6H^5$. *Trouvé :* C, 46,61; H, 2,37; Az, 10,83; Cl, 27,91.
$\overset{|}{CAz}$

Calculé : C, 46,33; H, 3,08; Az, 10,81; Cl, 27,41. Un essai cryoscopique, avec la benzine comme solvant, a donné comme poids moléculaire : *Trouvé :* 253. *Calculé :* 259.

» Les acides sulfurique et chlorhydrique chauds saponifient ce composé, mais avec formation directe de l'anhydride, fusible à 202°, que l'on a décrit plus haut. On peut aussi passer directement de la phényluréthane du nitrile trichlorolactique au même anhydride en chauffant cette phényluréthane, en tube scellé, avec de l'acide chlorhydrique concentré ou en la faisant bouillir avec une solution de carbonate de sodium.

» La solution aqueuse de soude ayant agi sur la solution éthérée de la phényluréthane du nitrile trichlorolactique, fournit, par l'action d'un acide, un précipité d'aiguilles fusibles à 116°, et présentant la composition et les propriétés de la *dichloracétanilide* $CHCl^2 - COAzH.C^6H^5$.

» 3. Dicétone dérivée de la phényluréthane de l'acide glycolique $CH^2O.CO.Az.C^6H^5$.
$$\overset{|}{CO}\!\!-\!\!-\!\!-$$

— Aiguilles fusibles à 121°, insolubles à froid dans la solution concentrée de carbonate de sodium, mais solubles à l'ébullition avec reproduction de la phényluréthane de l'acide glycolique. *Trouvé :* C, 60,54; H, 4,19; Az, 7,26. *Calculé :* C, 61,02; H, 3,95; Az, 7,18.

» 4. Dicétone dérivée de la phényluréthane de l'acide phénylglycolique,

$$C^6H^6.CHO.COAz.C^6H^5.$$
$$\overset{|}{CO}\!\!-\!\!-\!\!-$$

— Aiguilles fusibles à 122°, se comportant, vis-à-vis de la solution de carbonate de sodium, comme la dicétone précédente. *Trouvé :* C, 70,59; H, 4,72; Az, 5,55. *Calculé :* C, 71,15; H, 4,35; Az, 5,53.

» 5. Dicétone dérivée de la phénylurétane de l'acide α-oxyisobutyrique,

$$(CH^3)^2CO.COAz.C^6H^5.$$
$$\overset{|}{CO}\!\!-\!\!-\!\!-$$

— Tablettes quadrangulaires, microscopiques, fusibles à 118°-119°, régénérant l'acide correspondant sous l'action de la solution bouillante de carbonate de sodium.

» J'ai cherché ce que devenait la réaction précédente avec un corps du type

$$R - \underset{\displaystyle CH^2 - CO^2R'}{\overset{}{C}HO.COAzH.C^6H^5} \quad \text{ou bien } C^6H^4\begin{cases}O.COAzH.C^6H^5 & (1)\\ CO^2R & (2)\end{cases},$$

dans lesquels la chaîne fermée produite par la déshydratation serait à six sommets. Mais, d'une part, avec la phényluréthane de l'éther β-oxybutyrique que j'ai décrite précédemment, je ne suis encore arrivé à aucun résultat net, et, d'autre part, avec la phényluréthane du salicylate de méthyle, je n'ai pas pu obtenir, par saponification, la phényluréthane de l'acide, mais seulement de la salicylanilide.

» Je me propose d'étendre l'étude de cette réaction aux phényluréthanes d'autres éthers-alcools, tels que le malate, le tartrate et le citrate d'éthyle, et de rechercher aussi ce que devient le phénomène avec des dérivés sulfonés. On conçoit que cette réaction puisse être étendue encore dans d'autres directions. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage de l'acide phosphorique.* Note de M. **Léo Vignon.**

« Dans une Communication insérée aux *Comptes rendus* du 23 mai 1898, j'ai proposé une marche spéciale pour doser séparément, dans un superphosphate, l'acide phosphorique soluble à l'eau et l'acide phosphorique soluble au citrate : l'acide phosphorique soluble dans l'eau serait dosé directement; l'acide phosphorique soluble à l'eau et au citrate, dosés ensemble, l'acide phosphorique soluble dans le citrate étant déterminé par différence.

» M. Lasne (*Comptes rendus,* 4 juillet 1898) prouve que l'acide phosphorique soluble dans le citrate peut être dosé directement avec beaucoup d'exactitude, même s'il est en petite quantité.

» Je suis d'accord avec lui sur ce point, que du reste je n'avais pas cherché à contester; mais je maintiens, pour l'avoir constaté dans quelques cas, qu'il *peut* exister des différences dans la *vitesse* de précipitation *intégrale* de l'acide phosphorique, suivant que cet acide est en quantités relatives plus ou moins considérables.

» C'est dans le but d'éviter des erreurs pouvant être dues à cette cause, c'est pour accélérer les analyses que les laboratoires agricoles ont à exécuter parfois rapidement et en grandes quantités, que j'ai proposé une modification à la marche usuelle.

» Le dosage par différence n'est du reste pas plus compliqué que le dosage direct, et il offre des avantages au point de vue de la rapidité de la précipitation et de l'exactitude des pesées qui portent sur des poids de précipités plus forts. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'existence, dans l'orge germée, d'un ferment soluble agissant sur la pectine.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

« Des expériences, dont le détail a été publié récemment (1), nous ayant fait envisager les produits pectiques comme ayant une certaine analogie

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie* [6], t. VII, p. 473; 1898.

avec les matières amylacées, nous avons été amenés à rechercher s'il n'existait pas un ferment soluble capable d'agir sur la pectine.

» La pectine sur laquelle ont porté nos essais avait été obtenue par digestion dans l'eau à 110° (autoclave) de poudre de gentiane épuisée préalablement par l'alcool à 80° bouillant ([1]). Cette pectine a été traitée par des solutions de différents ferments. La solution de diastase de l'orge germée, seule parmi ces solutions, a agi sur la pectine, et cela dans des conditions qu'il convient de préciser.

» La diastase a été-préparée avec une orge germée desséchée à une température comprise entre 30° et 35°. Cette orge a été passée au moulin, puis mise à macérer pendant douze heures dans de l'eau chloroformée; après quoi, on a exprimé, laissé déposer, décanté, filtré et précipité par l'alcool. Le précipité, recueilli sur un filtre, a été lavé rapidement à l'alcool, puis à l'éther et finalement desséché dans le vide.

» L'action de cette diastase se trouvant ralentie par la faible acidité que présentait la pectine, nous avons, dans certains essais, ajouté aux mélanges de petites quantités de carbonate de chaux précipité, ainsi qu'on le verra ci-dessous.

Solutions employées :

1. Solution de pectine à 2 pour 100.
2. » de diastase à 1 pour 100.

Expériences :

N° 1.	Solution de pectine	15^{cc}
	» de diastase préalablement portée à l'ébullition	15^{cc}
N° 2.	Solution de pectine	15^{cc}
	» de diastase non chauffée	15^{cc}
N° 3.	Solution de pectine	15^{cc}
	» de diastase non chauffée	15^{cc}
	Carbonate de chaux précipité	$0^{gr},05$

» Ces trois mélanges ont été abandonnés pendant quarante-deux heures à la température du laboratoire. Toutefois, ils ont été portés, sitôt après leur préparation, et, dans la suite, à quatre reprises différentes, à la température de 50°, dans le but d'empêcher tout développement de microrganismes.

» Deux essais ont été faits, en premier lieu, sur chacun de ces mélanges : d'une part, on a précipité 20^{cc} de liquide avec 40^{cc} d'alcool à 95°; d'autre part, à 5^{cc} de liquide on a ajouté 5^{cc} de suc de carotte récemment

---

([1]) *Journal de Pharmacie et de Chimie* [6], t. VII, p. 477; 1898.

préparé (solution de pectase) et, pour les nos 1 et 2, $0^{gr},05$ de carbonate de chaux, de façon à neutraliser la petite quantité d'acide qui eût pu empêcher la pectase d'agir.

» L'alcool a donné un précipité avec les trois mélanges; mais tandis que ce précipité était abondant et nettement gélatineux avec le n° 1, il était à peine gélatineux avec le n° 2 et, avec le n° 3, il était très faible et pulvérulent.

» Quant au suc de carotte, il a donné les résultats suivants : avec le liquide n° 1, coagulation complète en une heure et demie; avec le n° 2, au bout de sept heures seulement, un commencement d'épaississement qui s'est un peu accentué par la suite, mais sans formation de coagulum; enfin avec le liquide n° 3, ni coagulation, ni épaississement.

» Il se trouvait ainsi démontré que notre diastase agit sur la pectine; les essais suivants établissent qu'elle agit en donnant naissance à des matières réductrices.

» Les mélanges additionnés d'alcool 1, 2 et 3 ont été jetés sur un filtre; les précipités ou coagulum ont été lavés à l'alcool; les liquides alcooliques ont été évaporés jusqu'à élimination de l'alcool; après quoi chacun des liquides résiduels a été essayé à la liqueur cupro-potassique. Voici les résultats de ces essais :

Pour le n° 1........	Pas de réduction.
Pour le n° 2........	Réduction correspondant à 11^{mg} de glucose.
Pour le n° 3........	Réduction correspondant à 36^{mg} de glucose.

» Restait à savoir à quel ferment soluble il convenait de rapporter l'action observée.

» On sait que le produit obtenu en précipitant par l'alcool l'orge germée non touraillée, possède, comme propriété principale, la propriété de saccharifier l'amidon, ce qui indique simplement qu'il est composé en grande partie d'amylase. Mais ce même précipité hydrolyse le tréhalose ; il renferme donc aussi de la tréhalase, de sorte qu'il était impossible de dire, en s'appuyant sur les expériences précédentes, si l'action observée était imputable à l'amylase, ou à la tréhalase, ou à tout autre ferment soluble non encore signalé dans l'orge germée.

» C'est pour essayer d'apporter un peu de clarté dans cette question que nous avons soumis la pectine, d'une part à l'action de la salive qui est une solution d'amylase très active et, d'autre part, à l'action du liquide d'*Aspergillus* qui renferme aussi de l'amylase et, en outre, de la tréhalase et d'autres ferments solubles.

» Les expériences ont été faites comme celles que nous avons relatées plus haut; mais les résultats en ont été négatifs : ni la salive, ni le liquide d'*Aspergillus* n'ont agi sur la pectine.

» On peut donc considérer, sinon comme un fait démontré (une démonstration absolue étant impossible en l'état actuel de nos connaissances sur les ferments solubles), du moins comme une hypothèse très soutenable, que l'orge germée renferme, à côté de l'amylase et de la tréhalase, un ferment soluble spécial agissant sur la pectine de la gentiane. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine du polypide des Bryozoaires ectoproctes marins* (1). Note de M. **Louis Calvet**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'origine du polypide des Bryozoaires a été l'objet de nombreuses publications, et toutes les opinions me paraissent avoir été émises à cet égard. Cependant, depuis les travaux de Seeliger, de Prouho et de Dareuport, il est généralement admis que le polypide des Bryozoaires ectoproctes marins provient d'une invagination des couches ectodermique et mésodermique, constituant les parois zoœciales. L'endoderme n'aurait qu'une existence passagère, ne survivant, dans aucun cas, à la dégénérescence du polypide de l'oozoïde. L'ectoderme et le mésoderme seraient les seuls feuillets embryonnaires se transmettant aux différents membres de la colonie; enfin « l'ectoderme conserverait la propriété de former, à toutes » les époques de sa vie, le feuillet intestinal, reproduisant ainsi les éléments » histologiques qui appartiennent à l'endoderme (2) ».

» Sans vouloir m'élever contre une semblable atteinte portée à l'intégrité de la théorie des trois feuillets germinatifs, je crois devoir présenter, toutefois, quelques objections à cette manière de voir. Elles seront limitées, d'ailleurs, au cadre des observations que j'ai faites sur plusieurs espèces de Bryozoaires chéilostomes et cténostomes.

» Et d'abord, le rudiment du polypide est-il, au moins dans tous les cas, le résultat d'une invagination des couches ectodermique et mésodermique pariétales?

» Pour répondre à cette question, j'examinerai successivement quelle

(1) Travail de la station zoologique de Cette.

(2) H. Prouho, *Contrib. hist. Bryozoaires* (*Arch. Zool. exp.*, 2e série, t. X, p. 634; 1892).

est l'origine du polypide : 1° dans l'oozoïde, 2° dans le blastozoïde jeune ou terminal, 3° dans le blastozoïde adulte, pour le polypide régénéré.

» I. A l'exception des recherches de Prouho sur la larve de *Flustrella hispida*, on trouve peu d'indications complètes sur l'origine du polypide de l'oozoïde. Barrois et Ostroumoff sont d'accord pour reconnaître que le polypide-rudiment se présente sous forme d'une vésicule à double paroi, dont l'interne provient de l'invagination de la calotte; les observations manquent de précision sur l'origine de la paroi externe.

» J'ai suivi les processus de formation du polypide dans l'oozoïde de trois espèces de *Bugula* (*B. avicularia* L., *B. flabellata* Th., *B. neritina* L.). Dans ces trois espèces, le polypide est produit par l'invagination du double épaississement aboral de la larve ([1]). La calotte ou épaississement externe, d'origine ectodermique, forme la couche interne du rudiment, tandis que l'épaississement interne, d'origine mésodermique, en forme la couche externe. La disparition, par histolyse, de l'organe nerveux central produit, dans le fond de la cavité de la vésicule-rudiment, un vide que les éléments endodermiques voisins viennent combler; la paroi interne de l'ébauche du polypide se trouve ainsi complétée, et ce n'est que plus tard que la paroi externe devient continue par multiplication de ses éléments constitutifs. Le polypide se trouve donc formé par une couche cellulaire externe, mésodermique, et par une couche cellulaire interne, d'origine ectodermique sur les parois latérales de la vésicule-rudiment, mais d'origine endodermique sur le fond de la cavité. Je ferai simplement remarquer que c'est aux dépens de cette dernière partie que, par étranglement, se forme le cæcum intestinal.

» II. Les diverses opinions émises sur l'origine du polypide dans les blastozoïdes sont de deux ordres. Elles portent, soit sur la forme évolutive initiale sous laquelle se présente le polypide-rudiment, soit sur l'origine même des tissus entrant dans sa constitution.

» Mes observations se rapportent à trente-deux espèces appartenant aux genres *Bugula, Caberea, Serupocellaria, Catenaria, Flustra, Membranipora, Cellaria, Cribilina, Microporella, Lepralia, Umbonula, Schizoporella, Chorizopora, Smittia* et *Cellepora,* parmi les Chéilostomes, et aux genres *Amathia, Cylindrœcium, Mimosella* et *Vesicularia* parmi les Cténostomes.

» Dans ces différentes espèces, le bourgeon-polypide se forme toujours aux dépens d'éléments mésenchymateux renfermés dans la cavité zoœciale, et provenant de la prolifération de la couche épithéliale ectodermique, de l'endocyste des auteurs. Ces éléments deviennent arrondis en perdant leurs prolongements, et se groupent de manière à constituer un petit massif cellulaire dans lequel se creuse de très bonne heure une cavité; le groupement continue, et ce n'est que progressivement que l'on voit se différencier les deux couches cellulaires classiques aux dépens desquelles s'effectuera le développement complet du polypide. Ce mode de formation est constant. Contrairement aux observations de Seeliger pour *Bugula avicularia* L., et de Darenport pour *Lepralia Pallasiana* Moll, le polypide ne fait jamais son apparition sous forme d'une

---

([1]) L. Calvet, *Comptes rendus,* 4 juillet 1898.

invagination de l'endocyste, autour duquel les éléments mésenchymateux se disposeraient en une couche épithéliale. Dans toutes les espèces que j'ai observées, hormis *Bugula neritina,* le bourgeon provient d'une prolifération de l'ecdoterme au niveau de la paroi interzoœciale, séparant la zoœcie terminale de la zoœcie sub-terminale ou du stolon. Dans *Bugula neritina,* la cloison interzoœciale n'apparaît qu'après la formation du bourgeon, et ce dernier provient dans ce cas de la prolifération de l'endocyste de la paroi dorsale.

» III. Quant à l'origine du polypide régénéré dans les blastozoïdes adultes, Joliet a établi, le premier, que le polypide ne se forme pas aux dépens du corps brun, mais qu'il tire son origine du tissu funiculaire (son endosarque) entourant le corps brun. Haddon a combattu l'opinion de Joliet et a essayé de montrer que le bourgeon-polypide provenait à la fois de l'endocyste et du tissu funiculaire.

» Conformément à l'opinion de Joliet, dans les nombreuses espèces que j'ai étudiées, le polypide régénéré se forme toujours par une prolifération du tissu funiculaire, donnant un massif cellulaire dont l'évolution ultérieure est identique à celle du bourgeon massif des blastozoïdes jeunes. Cependant, le polypide ne se développe pas toujours au contact du corps brun, il peut se former en un point quelconque des tractus funiculaires et non seulement sa position varie d'une espèce à l'autre, mais encore dans la même espèce. Il est généralement central, mais il est aussi quelquefois pariétal, et alors sous-operculaire; toutefois dans ce dernier cas, contrairement à l'opinion de Haddon, c'est encore le tissu funiculaire qui fournit le bourgeon, et l'endocyste n'entre pas dans la constitution du polypide.

» Il résulte des observations précédentes : 1° que le polypide ne se présente sous la forme d'une invagination des parois zoœciales que dans l'oozoïde; partout ailleurs, le polypide débute sous une forme massive, et la cavité, ainsi que les deux couches cellulaires du bourgeon, ne sont que des formations secondaires, succédant au stade massif; 2° que le polypide de l'oozoïde, seulement, renferme des éléments représentant les trois feuillets embryonnaires. Dans les blastozoïdes, le polypide tire son origine d'éléments mésenchymateux, qui, dans les blastozoïdes jeunes, dérivent directement de l'épithélium ectodermique, tandis qu'ils dérivent du tissu funiculaire dans les blastozoïdes adultes, pour le polypide régénéré.

» De ces différents faits, il est permis de déduire quelques considérations générales relatives à la théorie des feuillets germinatifs; mais il est encore nécessaire de donner quelques indications sur l'origine des tissus constitutifs des blastozoïdes.

» L'ectoderme de la larve se transmet en partie au cystide et constitue, dans l'oozoïde, l'épithélium pariétal, l'endocyste. Dans les régions terminales du bryozoïde, l'endocyste joue le rôle d'un *protectoderme* et fournit par *cytulation* des éléments mésenchymateux. Parmi ceux-ci, les uns, conservant leurs caractères, représentent un *mésoderme de formation secondaire;* les autres perdent leurs prolongements et

entrent dans la constitution du bourgeon; enfin, il en est qui se différencient et se groupent de façon à continuer le tissu funiculaire de la zoœcie sous-jacente ou latérale, ou bien du stolon. L'endoderme larvaire ne disparaît pas par l'histolyse, ainsi que l'a avancé Prouho; il multiplie ses éléments et forme dans l'oozoïde l'ébauche du funicule. Ce dernier s'accroît par la différenciation d'éléments mésenchymateux produits par l'épithélium ectodermique, et la propriété qu'il a de former des éléments mésodermiques (ovules, spermatoblastes, amibocytes, phagocytes, etc.) le désigne comme représentant un *protendoderme*. Quant au mésoderne embryonnaire, dont quelques cellules ont joué le rôle de phagocytes auprès des produits de l'histolyse larvaire, il se transmet aux différents membres du bryozoïde, sans cesse rajeuni par les éléments mésodermiques secondaires.

» Je suis donc autorisé à conclure que les trois feuillets embryonnaires se perpétuent, dans une certaine mesure, à travers la colonie bryozoaire et que, s'ils entrent tous les trois dans la constitution du polypide de l'oozoïde, il n'en est pas de même pour le polypide des blastozoïdes. Par suite, la théorie des trois feuillets se trouve vérifiée une fois de plus dans le développement de l'embryon proprement dit. Mais il résulte de ce qui précède que la blastogénèse et la régénération qui, évidemment, ne peuvent être distinguées d'une façon absolue du développement embryonnaire, ne respectent pas d'une manière rigoureuse la spécialité des trois feuillets et semblent appelées à atténuer ce que la théorie a voulu y voir de trop radical. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Géphyriens des grands fonds de la mer, recueillis par le* Travailleur *et le* Talisman. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Géphyriens recueillis dans les expéditions de dragages du *Travailleur* et du *Talisman* se distribuent en deux genres et six espèces. Tous appartiennent à la classe des *Siponculiens* (*Géphyriens inermes* des auteurs). Le *Sternaspis scutata* Rang., représenté par de nombreux exemplaires, n'est pas compris dans cette énumération.

» Ces espèces ont été prises à des profondeurs assez grandes, depuis 958^{m} jusqu'à 4255^{m}. Toutes proviennent de la partie de l'océan Atlantique placée au large de l'Espagne, du Maroc et du Sénégal.

» Le premier de ces genres, et le plus curieux, est *Phallosoma* Levinsen. Très voisin du Siponcle, il en diffère par la conformation de son extrémité postérieure, lisse et mince, privée de faisceaux musculaires et longitudi-

naux, et délimitée du reste du tronc par un épais bourrelet annulaire. Ce genre a été créé par Levinsen (*Systematisk-geografisk oversigt...*, Copenhague, 1883), pour deux espèces qui habitent les parties septentrionales de l'océan Atlantique et les mers qui s'y rattachent. L'espèce du *Talisman* ne s'écarte pas trop de l'une d'elles (*P. priapuloïdes* Koren et Danielssen); elle doit y être comprise. Dans les régions arctiques, elle vit depuis la zone sub-littorale jusqu'à 700^{m} et 800^{m} de profondeur. Par contre, dans les régions plus méridionales, elle manque à la zone sub-littorale et se trouve seulement dans la vase des grands fonds, par 800^{m} et 1000^{m}. Ce mode de distribution ressemble à celui de la plupart des autres animaux qui vivent à la fois dans les parties arctiques et sub-tropicales de l'océan Atlantique; tous se rapprochent plus de la côte vers le nord et, vers le sud, descendent davantage dans les profondeurs.

» Le second genre est *Phascolosoma* Leuck. Celui-ci renferme de nombreuses espèces, distribuées dans presque toutes les mers du globe, n'offrant entre elles, bien souvent, que des différences insignifiantes. Malgré cette quantité considérable d'espèces décrites, les cinq types recueillis par le *Talisman* n'entrent dans aucune d'elles. Seulement, ils présentent d'intéressants caractères d'ambiguïté entre ces dernières, comme entre le genre même dont ils font partie et les genres voisins, *Phascolion*, et surtout *Aspidosiphon*. Cette nature mixte est surtout révélée par l'étude des téguments et par celle des muscles rétracteurs de la trompe.

» Les téguments des phascolosomes portent souvent des papilles superficielles plus ou moins nombreuses, parfois assemblées en assez grand nombre dans plusieurs régions du corps. Trois des types du *Talisman* font une transition vers les *Aspidosiphons*. L'un recouvre sa face dorsale de papilles serrées, depuis la base de la trompe jusqu'à l'extrémité postérieure de son corps. Un autre divise ce revêtement dorsal en deux pièces épaissies, dont la première se place vers la base de la trompe, et la seconde sur le bout postérieur du corps; les bords de ces appareils se confondent progressivement avec les téguments voisins et non modifiés. Enfin le dernier, identique aux *Aspidosiphons*, possède deux boucliers semblables à ceux du précédent, mais plus épais encore, et pourvus de bords nettement circonscrits.

» Un autre passage vers les *Aspidosiphons* est donné par les muscles rétracteurs de la trompe. Dans l'un des types, ces muscles sont au nombre de quatre, et complètement séparés; seulement, les dorsaux se trouvent plus grêles que les ventraux. Dans un autre, les muscles dorsaux, tout en

conservant leur gracilité, se soudent aux ventraux, sur une étendue assez grande, par leur extrémité antérieure; le sommet de la trompe ne renferme alors que deux muscles principaux. Enfin, dans un dernier individu, les dorsaux sont fort étroits et courts, alors que les ventraux s'unissent entre eux par leur extrémité antérieure. Il suffit de continuer cette série progressive d'amincissement, compliqué de soudures, pour aboutir à la conformation caractéristique des *Aspidosiphons* : l'absence des muscles dorsaux et la liaison antérieure des ventraux.

» Chacun de ces types n'est représenté, dans la collection recueillie, que par un individu, deux au plus. Il est difficile de savoir, par suite, si chacun correspond à une espèce définie, ou si sa structure n'est pas le résultat d'une variation individuelle. Mais, en tenant compte des descriptions faites par les auteurs sur les autres espèces, on est obligé d'admettre, après cette étude comparative, que la plupart de ces dernières n'ont aucune valeur taxonomique précise. Malgré l'ampleur apparente des différences qui les séparent, ces espèces se lient entre elles par des transitions si ménagées, et combinent si complètement leurs particularités, qu'il faut les considérer comme des variétés locales, capables à leur tour d'offrir des variations individuelles fort étendues. L'espèce bien affirmée n'existe pas dans le genre *Phascolosome;* il est un de ceux qui, doués d'une plasticité considérable, s'émiettent en un chiffre élevé de formes secondaires, suivant l'habitat, ou suivant les nécessités de l'organisation intime.

» De telles constatations, même effectuées sur un groupe restreint comme l'est un genre, ont toujours de l'importance; elles servent à confirmer les notions générales de la Biologie. C'est par l'accumulation de pareils faits que ces données s'établissent, se complètent et s'imposent. Dans le cas particulier du Phascolosome, les principes de la Biomécanique et ceux de la corrélation organique s'appliquent dans les modifications subies à la fois par les téguments et par les muscles rétracteurs de la trompe. Les lois de l'évolution y trouvent aussi matière à confirmation directe, puisque les espèces ne sont pas tranchées, passent les unes aux autres, mélangent leurs caractères et s'allient aux groupes voisins. Ce genre est encore en voie de transformation. Il se morcelle en un grand nombre de types peu dissemblables, et ne se divise point en espèces précises, dont les variations s'enserrent dans des limites peu éloignées. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines de* Phaseolus *attaquées par* le Colletotrichum Lindemuthianum *Br. et C.* Note de M. **Edmond Gain**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le *Colletotrichum Lindemuthianum* Br. et C. (syn. *Glœosporium Lindemuthianum* Sacc. et Magnus) produit, comme on le sait, une maladie des gousses du Haricot, ordinairement appelée *anthracnose*. Ce Champignon a été surtout étudié en 1883, par B. Franck (1), qui, à cette époque, le considérait comme peu connu; puis par Comes (2), Briosi et Cavara (3), Prillieux (4). Il restait à préciser les conséquences du parasitisme du Champignon sur les graines, qui peuvent aussi être atteintes.

» Quand les gousses sont attaquées, il arrive fréquemment que les graines avortent complètement; mais si l'invasion est tardive, il se peut qu'elles arrivent à complète maturité. D'après mes cultures expérimentales, les graines non attaquées, provenant de gousses malades, ont la même valeur que celles qui proviennent de gousses saines. Pour les graines anthracnosées, Il n'en est pas de même.

» L'influence du Champignon parasite est surtout variable suivant que le mycélium a pénétré ou non au delà du tégument qui protège l'embryon.

» Densité des graines. — La densité des graines atteintes est plus faible que celle des graines saines de même poids.

» Voici des chiffres obtenus par la méthode du flacon et s'appliquant à des lots de graines de provenances très diverses.

Haricot beurré nain du Mont-Dore.	1er lot.	2e lot.	3e lot.	4e lot.
Densité des graines saines	1,285	1,257	1,254	1,270
Densité des graines attaquées	1,241	1,193	1,196	1,210
Dépréciation centésimale de la densité.	3,43 %	4,8 %	4,8 %	4,7 %

» Ces derniers nombres s'appliquent à des lésions d'importance moyenne. Si l'on choisit des graines toutes très envahies, la dépréciation peut atteindre 7 à 8 pour 100.

» Pouvoir germinatif. — En faisant à la main le triage des graines présentant des traces d'anthracnose sur le tégument, on a obtenu une propor-

(1) B. Franck, *Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten* (*Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft*, t. I; 1883).

(2) Comes, *Crittogamia agraria*, p. 474.

(3) Briosi et Cavara, *I Funghi parassiti dalle Plante coltivate od utile*, n° 119.

(4) Ed. Prillieux, *Maladies des plantes agricoles*, t. II, p. 322.

tion de 5 à 16 pour 100 de graines malades, dans des lots de semences commerciales d'origines très diverses.

» De plus, la maladie a été reconnue par nous dans de très nombreuses variétés différentes de haricots cultivés (haricot noir hâtif de Belgique, haricot coco bicolore prolifique, haricot gris zébré, haricot du bon jardinier, haricot riz, haricot flageolet rouge, haricot suisse blanc, haricot jaune d'or, etc.). Toujours une fraction variable des réserves est perdue pour la graine, comme dans le cas des insectes parasites des graines.

» Parmi les graines attaquées par le Champignon quelques-unes ont perdu le pouvoir germinatif, d'autres germent mais ordinairement ne sont pas viables.

» Pour 100 germinations de graines de Haricot beurré nain du Mont-Dore à téguments atteints, les essais ont donné comme résultats moyens :

	Graines	
	saines.	attaquées.
1° Graines sans pouvoir germinatif	2	10
2° Graines à germes non viables	»	8
3° Plantes à cotylédons atteints mais viables à moins d'invasion ultérieure sur la tige	»	36
4° Plantes viables à cotylédons intacts sans dépréciation [1]	98	46

» Il est à noter que, si l'on choisit des graines dont les cotylédons sont atteints par le parasite sur $\frac{1}{20}$ de leur volume au moins, presque toutes ces graines se rangent dans les deux premiers groupes et par conséquent sont sans aucune valeur.

» Les graines du troisième groupe, atteintes et viables, ont une vitalité très amoindrie. En culture expérimentale, pendant une période pluvieuse, nuisible comme on le sait aux jeunes *Phaseolus*, 91 pour 100 de graines saines germées ont résisté; tandis que, pour celles qui étaient plus ou moins anthracnosées, 31 pour 100 seulement des graines germées ont survécu.

» PROPAGATION DE LA MALADIE PAR LES GRAINES. — 1° *Expériences de laboratoire.* — Les graines saines peuvent être facilement inoculées avec les spores, et présentent rapidement les lésions caractéristiques de la maladie. Avec une lancette stérilisée à la flamme, si l'on touche une lésion de graine pourvue de fructifications, et qu'on pique un cotylédon d'une graine saine, le Champignon s'y développe et y fructifie bientôt. En plaçant au contact une graine anthracnosée et une graine saine un peu blessée, ou même parfois intacte, un foyer mycélien se développe sur cette dernière.

---

(1) Le tégument seul avait été atteint dans le cas des graines attaquées.

» Pour juger du rôle effectif du sol dans la propagation possible de la maladie, l'expérience suivante a été réalisée : deux séries de soucoupes, contenant de la terre fine humide, ont été stérilisées à l'autoclave marquant 130° pendant deux périodes de une heure et demie à vingt-quatre heures d'intervalle.

» On a placé ensuite 10 graines saines dans chaque soucoupe. Les soucoupes de la première série ont reçu en outre, avant le semis, 10^{gr} de terre fine provenant d'un pot où des graines anthracnosées avaient germé et péri sous les atteintes de la maladie. Cette terre renfermait donc les spores du *Colletotrichum*.

» Voici les résultats :

» *Première série.* — Terre ensemencée avec les spores : on obtient 0, 1 ou 2 plantes saines par soucoupe, soit plus de 80 pour 100 de plantes atteintes périssant bientôt.

» *Deuxième série.* — On n'obtient que des plantes saines : quand on fait des expériences en pots sur sol ordinaire non stérilisé, les pots qui ont reçu des graines, attaquées plus ou moins sur les cotylédons, n'ont donné que des plantes non viables, qui toutes ont péri avant le développement de la troisième feuille. Dans ce cas, on constate que le sol s'est ensemencé en spores pendant la levée; les tiges, en effet, sont souvent ulcérées à la base par le Champignon qui, là aussi, fructifie abondamment. Le sol exerce ainsi une action secondaire très nuisible.

» 2° *Expériences sur le terrain.* — Des cultures expérimentales comparatives ont été faites avec des graines saines et des graines attaquées. Les graines employées étaient de même poids pour les deux lots et le semis a été fait en paquets, sans précautions spéciales, afin que les résultats soient applicables à la pratique horticole.

» L'origine des graines étant différente pour chaque expérience, et le triage basé sur les apparences extérieures du tégument, voici la proportion centésimale des plantes développées jusqu'à floraison :

	Plants provenant de graines	
	saines.	attaquées.
1re expérience	75	40
2e »	70	60
3e »	68	38
4e »	80	17
5e »	84	10

» Les graines dites *attaquées* sont celles qui, d'après l'extérieur, avaient été jugées telles avant le semis. Comme il y a des degrés dans l'intensité de développement du parasite sur les graines, cela explique les différences fournies par certains lots de graines. D'ailleurs, sur les sols portant des graines attaquées, les tiges des plantes sont souvent atteintes pendant la végétation, ce qui explique encore les résultats différents. La maladie paraissant en voie d'extension considérable, on voit l'importance d'un triage préventif pour éviter la propagation rapide de l'anthracnose du Haricot par les graines de semences.

» Il nous reste à étudier si le parasite présente quelques formes spéciales caractéristiques de certaines variétés de *Phaseolus*. Nos premières expériences d'inoculations faites pour résoudre cette question prouvent que les spores du *Colletotrichum*, prises sur le Haricot beurré du Mont-Dore, peuvent passer sur quelques autres variétés de *Phaseolus* toutes différentes.

» *Conclusions.* — 1. Les graines qui subissent le parasitisme du *Colletotrichum Lindemuthianum* Br. et C. présentent une diminution de densité.

» 2. Elles peuvent perdre le pouvoir germinatif, ou donner des plantes non viables, ou moins résistantes, ou moins développées.

» 3. L'extension de la maladie par les graines parasitées est active, grâce à la propagation facile qui se fait par l'intermédiaire du sol envahi par les spores.

» 4. Un triage à la main, basé sur l'examen attentif de l'extérieur des graines, peut débarrasser les lots de semences de presque toutes les graines dangereuses. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le déplacement, vers l'Est, des cours d'eau qui rayonnent du Plateau de Lannemezan.* Note de M. **L.-A. Fabre**, présentée par M. de Lapparent.

« L'étude d'une carte topographique du Plateau de Lannemezan permet de constater les faits suivants :

» Les cours d'eau principaux, tels que la Save, le Gers, les Baïses, qui descendent en éventail du sommet du Plateau dans un secteur sensiblement orienté sud-sud-ouest à nord-nord-est, ont des tracés légèrement convexes vers l'est sur les 40^{km} ou 50^{km} de leur cours supérieur.

» Ils ont deux séries d'affluents directs : les plus considérables suivent au début, de part et d'autre du cours d'eau collecteur, des directions parallèles à ce dernier ; les autres, moins importants, et qui lui sont tous normaux, sont cantonnés sur les rives gauches, tandis que les rives droites n'en présentent que rarement.

» Le figuré du terrain indique des rives gauches en pente douce, des rives droites escarpées, presque en falaises. Diverses coupes géologiques faites à travers le département du Gers [1] ont mis cette opposition en évidence : ce sont des profils en lame de scie, les dents ayant à l'exposition ouest (versants de rive droite) des retombées presque verticales qui tranchent avec les lignes largement étalées de l'exposition est.

» L'observation des faits sur le terrain du Plateau prouve que les cours d'eau progressent vers l'est, délaissant leur rive occidentale.

» La partie sud du Plateau a fait l'objet d'une remarquable étude géolo-

---

[1] E. Jacquot, *Géologie et agronomie du Gers.*

gique en 1894 [1]; profitant de ce travail, j'ai pu le poursuivre dans la région septentrionale traversée par les cours d'eau ci-dessus. Nulle part on ne trouve de roches compactes en masse un peu importante; on ne rencontre partout, et sur plusieurs centaines de mètres de puissance [2], que des argiles pures ou caillouteuses provenant d'alluvions miocènes. Elles sont subordonnées à un dépôt torrentiel argilo-siliceux et caillouteux de l'époque pliocène [3]. Çà et là pointent des anticlinaux crétacés fréquemment marneux, se rattachant au soulèvement des Petites-Pyrénées, ou des mollasses miocènes de l'Armagnac.

» L'ensemble du Plateau constitue donc une masse imperméable aux eaux sauvages et susceptible d'être désagrégée par elles. Il est dès lors naturel de chercher à rattacher à des actions de ruissellement et de torrentialité l'érosion toute spéciale des vallées ci-dessus.

» Le régime des vents d'ouest-nord-ouest est prépondérant dans la plaine d'Aquitaine [4]; la formation des dunes de Gascogne doit lui être en majeure partie attribuée [5], ainsi que le développement plus considérable à l'est qu'à l'ouest des grands glaciers pyrénéens [6]. Ces vents déterminent de grandes condensations atmosphériques au voisinage immédiat de la chaîne, dans la région des Plateaux. Sur ces derniers, les versants de rive droite orientés sud-nord reçoivent la pluie en plus grande masse et avec plus d'intensité : il y a donc exagération de ruissellement, la pénétration dans le sous-sol étant très restreinte. D'où la formation, sur les versants de rive droite, d'une multitude de ruisselets, de petits ravins fréquemment abrupts à profils très relevés et tellement réduits, en projection horizontale que les Cartes, même celle au $\frac{1}{80000}$, ne les figurent pas.

» A cette action s'ajoute celle qui résulte de la constitution minéralogique du sol du Plateau. L'argile pure ne s'érode que très lentement si elle est soustraite aux influences atmosphériques : sous leur action, elle se délite rapidement par tranches prismatiques, sur toute la hauteur d'une couche sédimentaire. L'exposition ouest des versants de rive droite, et la

---

(1) M. Boule, *Le plateau de Lannemezan et les alluvions anciennes de la Garonne et de la Neste:* 1894.

(2) Leymerie, *Géologie et paléontologie de la Haute-Garonne*, p. 837; 1881.

(3) M. Boule, *loc. cit.*

(4) Raulin, *Divers.*

(5) De Lapparent, *Traité de Géologie*, p. 139.

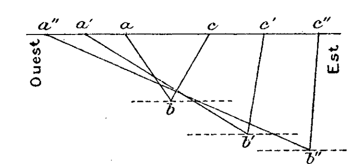
(6) Schrader, *An. Club A. F.* 1877; et *Bulletin Société Ramond*, 11e année, p. 93.

dénudation forestière qui a été des plus intenses sur le Plateau, accentueront ces causes de désagrégation, auxquelles il convient d'ajouter des glissements nombreux et permanents, résultant des infiltrations pluviales jusqu'aux argiles. Sur les rives gauches très étalées, les dépôts détritiques, résultant du talutage naturel et d'un entraînement torrentiel limité, couvrent la presque totalité des versants; les eaux sauvages s'infiltrent facilement jusqu'aux argiles sous-jacentes, le ruissellement superficiel est nul : les petits ruisseaux suivent naturellement la ligne de plus grande pente qui est aussi celle de la direction des vents de pluie.

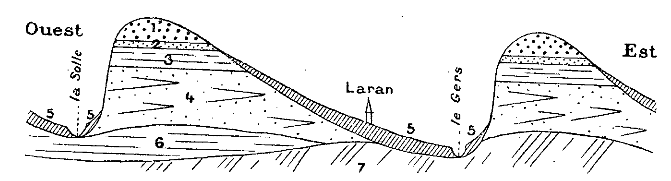
» L'exagération du ruissellement sur les versants de rive droite irait évidemment à l'encontre d'une dérivation du cours d'eau principal vers l'est, si ce dernier n'avait lui-même un régime absolument torrentiel. Les pentes des thalwegs varient de 2 à 3,8 pour 100 sur le sommet du Plateau; les rivières y sont donc de véritables torrents, sujets à des crues violentes et rapides. Les eaux n'ont aucune peine à affouiller et entraîner les apports constants des ravins de rive droite : ils sont déposés à l'aval suivant la loi de triage et de dispersion des matériaux, les plus considérables (gros

Haute vallée du Gers.

Progression des érosions abc, a' b' c', a'' b'' c''.



Coupe schématique suivant le parallèle de Laran (Hautes-Pyrénées).



1, Lannemezan (M. Boule), pliocène; 2, Argiles et cailloux kaolinisés; 3, Argiles pures rouges; 4, Argiles et cailloux siliceux; 5, Diluvium; 6, Marnes et mollasses miocènes; 7, Calcaires et marnes crétacés.

cailloux silicieux du Lannemezan) restant sur place pour enrocher le lit de la rivière et limiter son approfondissement.

» Il se produit donc deux actions consécutives, parfois simultanées dans les allures des cours d'eau considérés :

» 1° Érosion par ruissellement ou délitement des berges de rive droite;

» 2° Déblaiement par voie torrentielle des matériaux déplacés.

» Cette double action a pour conséquence la dérivation vers l'Est du cours d'eau principal collecteur.

» On a souvent fait intervenir l'influence de la rotation terrestre (¹) pour expliquer la tendance que manifestent certaines rivières, notamment dans la région pyrénéenne, à dériver vers l'est. On a mis le problème en équation et généralisé la *loi* en l'appliquant à tous les cours d'eau de l'hémisphère boréal qui suivent un méridien (²). Il est prouvé (³) aujourd'hui que cette influence, si elle existe, est négligeable; l'épanouissement en *delta* des alluvions d'estuaires de certains fleuves, comme le Rhône et le Nil, est contre elle. Sur le versant français pyrénéen, nombre de rivières, et en particulier tous les Gaves, ont eu leurs dernières expansions torrentielles nettement orientées vers l'Océan. Sur le Plateau de Lannemezan, en particulier, cette dérivation ne paraît due qu'à des causes météorologiques et géologiques. »

PATHOLOGIE. — *Sur les applications cliniques de la Radiographie.* Note de M. **Garrigou**, présentée par M. Potain. (Extrait.)

L'auteur insiste sur ce point, que la Radioscopie montre le contour et les mouvements du cœur et du foie; mais les autres organes restent un peu dans le vague. La Radiographie donne des résultats plus précis et plus complets.

« Avec un bon appareil, un éclairement convenablement mesuré et une position convenable du sujet, on peut obtenir de bonnes épreuves du thorax, en trente à quarante secondes. Il importe que la plaque sensible soit placée sur la face du thorax la plus voisine de l'organe dont on veut obtenir l'image. On obtient une image très nette du foie, en laissant passer les rayons à l'instant seulement où l'organe atteint une des extrémités de sa course oscillante. Cela peut se faire aussi pour le cœur, mais plus difficilement.

» La Radiographie permet d'apprécier les changements de volume du cœur ou du foie, la dilatation de l'aorte, le déplacement des reins. On peut quelquefois obtenir l'image du gros intestin et de son contenu. »

M. Garrigou a obtenu trois fois la radiographie du rectum, une fois celle d'une tumeur du petit bassin.

(¹) Babinet, *Comptes rendus*, t. XLIX, p. 795; 1859. Leymerie, *loc. cit.*, E. Reclus, *La France*, t. II, p. 124.

(²) *Revue de Comminges*, p. 271; 1886.

(³) De Lapparent, *Traité de Géologie*, p. 189 1894.

M. L. **Delvalez** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 20 juin 1898 et inscrit sous le numéro 6023.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la Note suivante, sur des « Photographies colorées obtenues directement » :

« J'ai établi dans une Note précédente (7 octobre 1895) les faits suivants :

» 1° Si l'on immerge, dans un mélange d'acétates de cuivre et de plomb, une lame de laiton formant électrode parasite, et qu'on fasse passer un courant dans le liquide, il entre d'un côté de la lame un flux d'électricité de densité décroissante du bord au milieu, flux qui va sortir symétriquement par la deuxième moitié;

» 2° Les lignes d'égale densité de flux sont marquées par des dépôts identiques qui, du côté du flux sortant, sont des lames minces isochromatiques de peroxyde de plomb.

» D'autre part, les expériences anciennes de Becquerel, celles de Rigollot, etc. ont montré que, si l'on éclaire différemment deux lames d'argent, de cuivre, placées dans un électrolyte, on établit dans le circuit qui les réunit une force électromotrice caractéristique des éclairements.

» Dès lors, en étendant cette propriété à la lame de laiton précédente, on en déduit la conséquence suivante :

» Si différents points d'une lame *unique* de laiton immergée dans le bain d'acétate sont inégalement éclairés, il en résultera des courants locaux circulant dans le liquide et se fermant par la lame.

» Ces courants produiront l'électrolyse, c'est-à-dire des dépôts de bioxyde de plomb en certains points, et, au bout d'un même temps, les points également éclairés seront marqués eux aussi par des couleurs identiques, couleurs variant avec la valeur de l'éclairement.

» *Vérification.* — L'expérience vérifie absolument cette déduction : voici mes premiers résultats :

» 1° Après une heure de pose, un objet *rouge* a donné une teinte *rouge* sur la lame. Je me propose de recommencer cette expérience avec un objet multicolore;

» 2° En mettant le bain en plein soleil et projetant sur la lame l'*ombre* d'une feuille, etc., on obtient, en dix minutes, une silhouette nette de l'objet interposé ;

» 3° Il en résulte immédiatement qu'un négatif photographique donnera sur la lame un positif coloré. En effet, en dix minutes, vingt au plus, en plein soleil, on obtient une photographie colorée sur la lame de laiton. Les noirs du négatif donnent la couleur jaune clair du laiton à peine altérée; les ombres donnent, au bout du même temps et selon leur opacité, du vert très foncé, du jaune fauve, du rouge plus ou moins pur, etc. La plaque doit être lavée à grande eau, puis essuyée immédiatement; exposée à l'air et à la lumière, elle s'altère, mais *très lentement.* L'ensemble est peu agréable à l'œil et parait flou; mais, si on la regarde à travers un verre rouge, la photographie, sous une incidence convenable, devient nette et les couleurs de l'objet primitif sont presque reproduites.

» En somme, la lame de laiton recouverte du mélange d'acétates constitue une plaque sensible d'un nouveau genre, traduisant de plus par des *couleurs* l'impression lumineuse reçue.

» Je me propose :

» 1° De rechercher un métal blanc et une solution convenable, fer et tartrate d'antimonyle et de potassium par exemple, possédant les mêmes propriétés, de façon que la couleur du métal sous-jacent ne complique pas les résultats;

» 2° De photographier un spectre, puis d'utiliser le négatif comme il est dit précédemment;

» 3° De voir si les dépôts précédents ne sont pas dus à une force électromotrice d'ordre thermique. »

A cette Note, l'Auteur ajoute aujourd'hui les faits suivants :

« Un mélange de tartrate de cuivre et d'émétique peut remplacer les acétates.

» Le spectre projeté sur la lame donne une impression bleue uniforme.

» Les dépôts observés ne sont pas causés par une différence de température. »

M. L. Somzée appelle l'attention de l'Académie sur une brochure qu'il a publiée en 1887, à Bruxelles, sur « les collisions en mer et les moyens de les éviter ». Il a recommandé, en particulier, « l'installation à bord des navires d'un système permettant, en temps de brouillard notamment, d'échanger des signaux électriques à distance suffisante, sans l'emploi de fil continu, en faisant usage de la conductibilité de l'eau salée ».

M. A. Foix adresse une Note relative à la propagation des ondes sphériques lumineuses.

M. L. Lebert adresse une Note relative à un bolide observé au Havre le 4 juillet 1898, à $8^h 10^m 8^s$ du soir.

Ce bolide a été particulièrement remarquable par son ascension lente, du nord à l'ouest-sud-ouest, et par sa brusque disparition.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 JUILLET 1898.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XXII. Juin 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. MOUCHEZ et F. TISSERAND, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. POINCARÉ, Président; G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU, H. DESLANDRES, R. RADAU. Tome XV. Juillet 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Traité d'Algèbre supérieure, par HENRI WEBER, Professeur de Mathématiques à l'Université de Strasbourg. *Principes. Racines des équations. Grandeurs algébriques. Théorie de Galois.* Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Les défenses naturelles de l'organisme, Leçons professées par A. Charrin, Professeur remplaçant au Collège de France, etc. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval.)

Société de Médecine légale de France, fondée le 10 février 1868. *Bulletin.* Tome XIV, 1re et 2e partie. Tome XV, 1re partie. Paris, J.-B. Baillière, 1898; 3 fasc. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille. Tome VIII, fascicules V à X. Marseille, Barlatier; 6 fasc. in-4°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de A. Mosso, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXIX, fasc. II. Turin, Hermann Lœscher, 1898; 1 vol. in-8°.

Annales de l'observatoire magnétique et météorologique de l'Université Impériale à Odessa, par A. KLOSSOWSKY. Odessa, 1898; 1 vol. in-4°.

Nova acta Regiæ Societatis Scientiarum upsaliensis. Seriei tertiæ. Vol. XVI, fasc. II, 1898; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUILLET 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le calcul numérique des coefficients dans le développement de la fonction perturbatrice.* Note de M. **O. Callandreau.**

« Pour les planètes principales, après les travaux de Le Verrier et de M. Newcomb, il ne reste plus rien à désirer, sinon quelques éclaircissements sur la valeur mathématique des méthodes employées. Ingénieuse et commode pour le calcul, la méthode employée par Le Verrier et consistant à transformer une série trop peu convergente dans une autre où figurent les différences des coefficients de la série n'avait pas la forme précise, désirable lorsqu'il s'agit de calculer des nombres fondamentaux : j'ai cherché à combler cette lacune.

» Avec les petites planètes il reste aux astronomes beaucoup à faire. Les Tables numériques publiées autrefois par Runkle, celles plus récentes que l'on doit à Masal et à Gyldén, rendront beaucoup de services; mais elles laissent de côté le cas des grandes valeurs de α, rapport des axes, ainsi que les coefficients éloignés. Cauchy a fait usage dans ses Notes sur le calcul des inégalités à longues périodes (*Comptes rendus*, 1845), à la suite de son Rapport sur un travail de Le Verrier, d'une série très commode; elle peut, il est vrai, devenir divergente, mais cette circonstance n'empêche pas de pouvoir l'employer avec avantage, comme je le montre, en calculant un des coefficients qui avaient demandé beaucoup de travail à Delaunay. Le procédé des quadratures mécaniques, si α n'est pas compris dans les Tables, ou encore dans le cas d'indices élevés, mérite toute la faveur dont il jouit auprès des astronomes qui s'en sont servis ([1]). Jacobi et plus récemment M. Hermite ont fait sur cette théorie des remarques que j'ai mises à profit. Même sous sa forme primitive, le procédé qui fournit le coefficient cherché comme compris entre deux sommes de quelques nombres semble préférable dans les applications au calcul d'une série. Je montre comment on peut réduire le travail de moitié par une évaluation de l'erreur commise lorsqu'on prend le résultat approché par défaut.

» Je me suis étendu assez longuement sur cette méthode des quadratures mécaniques.

» Plus que toute autre recherche le calcul des inégalités lunaires causées par les planètes a fixé l'attention des astronomes sur les procédés de calcul, à cause de cette circonstance singulière que les coefficients des inégalités se trouvent presque toujours exprimés par la somme algébrique de nombres très grands qui se détruisent en grande partie. On sait que notre confrère M. Radau a notablement perfectionné cette théorie par l'introduction de combinaisons convenables des b_s^i de Laplace. Elles se rattachent aux coefficients $\gamma_i^{2s,n}$ de Gyldén, comme je le fais remarquer, et ceux-ci se prêtent bien au calcul. Il y a sans doute avantage à introduire systématiquement les coefficients de Gyldén, à la place des b_s^i, dans le développement algébrique de la fonction perturbatrice.

» L'ensemble des recherches dont il s'agit (voir aussi le *Compte rendu* de la séance du 4 juillet) forme un Mémoire qui paraîtra dans le Tome XXIII des *Annales de l'Observatoire*. »

([1]) Harzer (P.), *Die säcularen Veränderungen der Bahnen der grossen Planeten*; Leipzig, 1895.

PHYSIOLOGIE. — *La thermogénèse dans le tétanos.* Note de MM. D'ARSONVAL et CHARRIN.

« On sait que si l'on injecte de la toxine tétanique sous la peau d'un animal, lapin, cobaye, etc., il s'écoule toujours un certain temps avant l'apparition des grands accidents spasmodiques; il est difficile, tout en usant de doses énormes, de réduire cette période d'incubation à une durée inférieure à dix heures (¹). D'autre part, tel phénomène, la température périphérique, par exemple, se modifie, s'élève sensiblement; mais ces élévations exigent aussi cette même période d'incubation.

» Nous nous sommes demandé quelle influence pouvaient avoir ces toxines tétaniques sur la thermogénèse, quels changements surviendraient en remplaçant le thermomètre par le calorimètre.

» Après avoir réglé l'appareil avec soin, nous avons pris des courbes de lapins normaux; puis, à ces mêmes lapins nous avons injecté de la toxine tétanique, utilisant tantôt un produit capable de restreindre l'incubation à vingt-quatre heures, tantôt un liquide étendant cette incubation à deux ou trois jours.

» Dans tous les cas, nous avons vu assez promptement, parfois trois ou quatre heures après l'injection, la courbe perdre sa régularité; elle tend tout d'abord à s'élever, puis à s'abaisser, sans s'écarter beaucoup de la normale. Mais le phénomène dominant consiste dans l'apparition de petites oscillations qui vont en augmentant à mesure qu'on se rapproche de la phase des crises; ces crises, ces spasmes musculaires, s'inscrivent pour ainsi dire sous forme d'ondulations.

» Néanmoins, si l'on considère l'ensemble des courbes obtenues, on voit que la chaleur émise, alors que la température centrale s'élève, est souvent plutôt inférieure que supérieure à la normale : il y a désaccord entre le calorimètre et le thermomètre.

» C'est là une des conclusions de ces recherches, conclusion qui s'ajoute à bien d'autres analogues établies par l'un de nous (²).

» Ces recherches permettent aussi de remarquer que certaines modifications, celles qui ont trait à la thermogénèse, sont moins tardives que les

---

(¹) Travaux de Courmont et Doyon.

(²) D'ARSONVAL, Travaux du laboratoire de M. Marey; 1878.

contractures des muscles; la période d'incubation tend à diminuer de plus en plus, lorsqu'on s'adresse à des appareils qui permettent de réaliser des observations plus délicates que celles qu'on peut faire à l'œil nu. »

PHYSIOLOGIE. — *Note relative à la chaleur animale;* par M. **Émile Blanchard.**

« C'est en ces termes que j'ai rappelé autrefois les résultats de mes observations et de mes expériences sur la chaleur animale chez les Insectes : Une conséquence de la respiration est la production de chaleur.

» Cette production est en général d'une extrême faiblesse chez tous les animaux à sang froid, dont la respiration est fort peu active. Il en est ainsi pour tous les Insectes qui s'agitent médiocrement. Mais chez ceux dont les mouvements deviennent très énergiques et continus, la respiration s'accélère, un dégagement de chaleur parfois assez considérable se produit. Tout le monde sait qu'il règne souvent une température fort élevée dans l'intérieur des ruches d'abeilles. Newport s'est attaché à déterminer les températures que peuvent atteindre ces Insectes dans les différentes circonstances de leur vie; mais quelques expériences faites sur des Lépidoptères qui étonnent toujours par la rapidité et la continuité de leur vol, les Sphinx, nous ont fourni la preuve que les Insectes étaient véritablement des animaux à sang chaud dans leurs instants d'extrême activité.

» Newport avait reconnu le fait à l'égard du Sphinx du Liseron (*Sphinx convolvuli*).

» Le Dr Breyer, observant la même espèce par une température de 17°, s'assura que la chaleur du corps de l'Insecte s'était élevée à 32°.

» M. Maurice Girard, qui s'est beaucoup occupé de cette intéressante question, a constaté de son côté une élévation de température très remarquable chez les Sphinx Tête de mort.

» Or, après ces faits bien reconnus, lorsque nous reportons notre attention sur les Insectes voyageurs, les Sauterelles et surtout les Criquets, nous sommes assurés que ces animaux, déployant toute l'énergie de leurs mouvements, consomment alors une assez grande quantité d'oxygène; que l'air dont ils sont gonflés, se trouvant acquérir une forte chaleur, acquiert plus de légèreté sous le même volume. Les Criquets voyageurs deviennent de petites montgolfières, et tout explique comment ces animaux pesants sont rendus capables de traverser d'immenses espaces. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Vanneçon** soumet au jugement de l'Académie une Note sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *Ch. Lootens* intitulée : « Recherches expérimentales sur la formation du son dans les instruments à bouche de flûte ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Poincaré.* Note de M. S. **Zaremba**, présentée par M. E. Picard.

« M. Poincaré a montré, dans son beau Mémoire sur les équations de la Physique mathématique (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. VIII), l'intérêt qu'il y aurait à démontrer le théorème suivant :

» *Soient une surface fermée* (S) *limitant un domaine* ($\mathfrak{D}$), $f(x, y, z)$ *une fonction donnée admettant des dérivées premières dans toute l'étendue du domaine* ($\mathfrak{D}$) *et* u *la fonction satisfaisant, à l'intérieur de la surface* (S), *à l'équation aux dérivées partielles*

$$(1)\qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \xi u + f = 0$$

et prenant sur cette surface la valeur zéro; la fonction u *aura pour valeur asymptotique, lorsque l'on fera croître indéfiniment le module du paramètre* ξ, *l'argument conservant une valeur fixe ne se réduisant pas à un multiple de* 2π, *l'expression*

$$-\frac{f}{\xi}.$$

» L'éminent géomètre a d'ailleurs établi le théorème précédent en sup-

posant que la valeur fixe attribuée à l'argument du paramètre ξ soit comprise entre $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$. Je me propose de démontrer ce théorème dans toute sa généralité en supposant seulement que la surface (S) admet en chacun de ses points des rayons de courbure différents de zéro.

» Si l'on donne à l'argument du paramètre ξ une valeur déterminée ne se réduisant pas à un multiple de 2π, la fonction u peut être calculée comme il suit lorsque le module m de ce paramètre est assez grand :

» Désignons par μ celle des déterminations du radical $\sqrt{-\xi}$ dont la partie réelle est positive, par $d\tau$ un élément du domaine (ω) et par ρ la distance de cet élément à un point (x, y, z) situé dans le domaine (ω); posons ensuite

$$\varphi = \frac{1}{4\pi}\int_{(\omega)} f\frac{e^{-\mu\rho}}{\rho}d\tau$$

et

$$u = \varphi + v.$$

» La fonction v satisfera à l'équation

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \xi v = 0,$$

et l'on peut démontrer qu'il est possible de déterminer cette fonction par une méthode analogue à celle qu'a donnée Neumann pour résoudre le problème de Dirichlet.

» Cela posé, on vérifie aisément que l'on a

$$\lim\left(-\frac{\varphi\xi}{f}\right)_{m=\infty} = 1$$

et

$$\lim\left(\frac{v\xi}{f}\right)_{m=\infty} = 0,$$

ce qui démontre le théorème de M. Poincaré. »

PHYSIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière produite par un corps placé dans un champ magnétique.* Note de M. **Auguste Righi**, présentée par M. A. Cornu.

« Imaginons qu'un rayon de lumière blanche (lumière du Soleil ou d'une lampe à arc) traverse l'électro-aimant Ruhmkorff suivant son axe.

Ce rayon sera polarisé par le premier nicol de l'appareil, et éteint par l'autre nicol tourné à l'extinction. Entre les pôles est placée une flamme à sodium. Il est facile de prévoir les phénomènes qui se produiront lorsque l'électro-aimant sera excité.

» En effet, soit N le nombre de vibrations d'une radiation absorbée par la flamme. Dès que le champ magnétique existe, la flamme n'absorbe plus la radiation N, mais à sa place elle absorbe une radiation circulaire droite de N_1 vibrations et une circulaire gauche de N_2 vibrations, les nombres N_1 et N_2 étant l'un plus petit et l'autre plus grand que N. C'est là le phénomène Zeeman par absorption.

» Deux vibrations circulaires pourront donc arriver à l'analyseur : une circulaire gauche N_1 et une circulaire droite N_2. L'analyseur transmettra une composante rectiligne de chacune de ces deux vibrations circulaires. Ainsi, lorsqu'on aura excité l'électro-aimant, on n'aura plus l'extinction, mais on verra une lumière jaune, de même nature que celle que la vapeur de sodium absorbe.

» Ce résultat, que j'avais prévu comme les autres qui seront décrits plus bas, s'est trouvé pleinement confirmé par l'expérience.

» La lumière jaune ne s'éteint pas en tournant l'analyseur; au contraire elle devient blanche et de plus en plus intense. On ne peut donc confondre ce phénomène, qui démontre l'existence de l'effet Zeeman, avec le phénomène de Faraday.

» Comme l'intensité de la lumière jaune, qui apparaît lorsqu'on crée le champ magnétique, est proportionnelle à l'intensité de la source de lumière blanche, on peut, avec une lumière très intense, mettre en évidence le phénomène de Zeeman, même en employant un champ magnétique relativement faible. Ainsi, *j'ai observé distinctement l'apparition de la lumière jaune avec un champ de* 300 *unités*, produit avec le courant d'un seul couple à bichromate ([1]).

([1]) La méthode décrite, outre une grande sensibilité, présente un autre avantage : elle pourrait servir à montrer l'existence du phénomène de Zeeman, même avec un corps dont le spectre n'est pas un spectre de lignes. En effet, on peut répéter ce qu'on a dit relativement à la radiation de N vibrations, pour toute autre radiation absorbée, même si les longueurs d'onde de ces radiations se suivent avec continuité. Pour chaque radiation de N vibrations que le corps absorbe lorsqu'il est en dehors du champ, l'analyseur laisse passer, lorsque le champ existe, deux radiations N_1, N_2, N étant toujours compris entre N_1 et N_2. Or, il serait très difficile de constater, avec le dispositif de Zeeman, les changements de période produits par le champ magnétique, lorsque le

» J'ai répété l'expérience avec égal succès en substituant le lithium ou le thallium au sodium. La lumière qui apparaît est rouge ou verte respectivement.

» L'expérience précédente réussit pour les mêmes motifs avec l'hypoazotide dont le spectre d'absorption est résoluble en raies sombres très fines. Ayant placé entre les pôles un petit tube, fermé avec des verres très minces (couvre-objets pour microscope), et rempli avec le gaz que l'on vient de nommer ; j'ai observé, en excitant l'électro-aimant, l'apparition d'une lumière vert bleu, complémentaire de la lumière jaune rouge, que le gaz montre par transmission. Cette lumière bleu vert ne s'éteint pas en tournant l'analyseur, mais au contraire elle est peu à peu remplacée par la lumière jaune rouge d'intensité croissante. Il est donc démontré que l'*hypoazotide présente l'effet Zeeman*.

» En plaçant un spectroscope à vision directe entre l'œil et l'analyseur, on aperçoit le spectre de la lumière vert bleu. Ce spectre est complémentaire du spectre d'absorption bien connu de l'hypoazotide, c'est-à-dire que les parties claires ou obscures d'un des spectres coïncident avec les parties respectivement obscures et claires de l'autre. C'est ce qu'on peut constater, au moins approximativement, en tournant peu à peu l'analyseur, de manière que la lumière jaune rouge transmise par le gaz s'ajoute à la lumière vert bleu. On voit alors le spectre devenir continu, puis se transformer dans le spectre complémentaire à celui qu'on apercevait d'abord.

» Comme la dispersion produite par le spectroscope est faible, on peut dire que le spectre de la lumière vert bleu est complémentaire du spectre ordinaire d'absorption, et, la loi d'identité entre l'émission et l'absorption admise, on peut ajouter que, par cette expérience, on obtient *le spectre d'émission d'un corps non lumineux*.

» C'est, sans aucun doute, le résultat que l'on obtient dans l'expérience suivante, qui donne *le spectre d'émission du sodium non lumineux*. Un tube rempli d'hydrogène, contenant un peu de sodium métallique, que l'on chauffe pour le transformer en vapeur, est placé entre les pôles de l'aimant. Lorsqu'on excite le champ magnétique, on voit apparaître la lumière jaune et, avec le spectroscope, on aperçoit la raie jaune du sodium. Dans mon expérience cette raie était très large et, en son milieu, on voyait une ligne noire mince. Celle-ci était due probablement à de la vapeur de

---

spectre ne contient pas de lignes bien définies ; j'espère pouvoir trouver une substance permettant de réaliser ce phénomène.

sodium qui se trouvait hors du champ, à cause de la forme spéciale de l'appareil.

» Si l'on tourne peu à peu l'analyseur, les autres couleurs du spectre s'ajoutent à la raie jaune, et enfin on obtient une large raie noire à la place de celle-ci, en passant par une phase où le spectre est sensiblement continu. Cela montre que le spectre observé d'abord est bien complémentaire du spectre d'absorption de la vapeur de sodium.

» Si, dans l'expérience décrite au début, on emploie une flamme peu chaude et peu riche en sodium, par exemple, par la méthode de M. Cotton (1) ou par celle imaginée par M. Kœnig (2), et si la lumière blanche est celle du Soleil, l'expérience ne réussit pas bien. C'est probablement parce que la lumière que le sodium peut absorber existe en trop petite quantité dans la radiation solaire, car il suffit de la remplacer par la lumière de la lampe à arc pour que l'expérience réussisse complètement. Cette explication est confirmée par le fait que l'expérience ne réussit pas si, entre la lampe et l'appareil, on place une deuxième flamme qui soit riche en sodium et très chaude.

» Jusqu'ici, on a supposé que les lignes de force magnétique sont parallèles au faisceau de lumière blanche. Si, au contraire, les lignes de force sont *exactement et partout* perpendiculaires à la direction des rayons, on n'observe plus les phénomènes décrits.

» Mais on prévoit des résultats analogues dans le cas où la lumière qui traverse le corps, placé dans le champ magnétique, perpendiculairement aux lignes de force, est polarisée circulairement, et éteinte par un analyseur circulaire. Je renvoie, pour les détails des expériences, à une Note qui va être publiée dans les *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, de Rome. »

ÉLECTRICITÉ. — *Résistance électrique au contact de deux disques d'un même métal.* Note de M. **Édouard Branly**.

« J'ai fait voir, il y a trois ans (3), que la surface de contact de deux métaux différents, bien nettoyés, bien dressés sur un plan d'acier et su-

---

(1) *Comptes rendus*, p. 865; 29 novembre 1897.
(2) *Wied. Ann.*, Bd. LXIII, p. 268.
(3) *Comptes rendus*, 22 avril 1895.

perposés avec pression, pouvait offrir une résistance importante. L'intérêt de cette étude est accru par cette circonstance que le phénomène n'est pas général. Pour certains métaux et alliages, qui sont précisément ceux qui servent habituellement dans les mesures électriques : cuivre, zinc, laiton, argent, maillechort, etc., la résistance au contact est nulle ou extraordinairement faible, comme si les atmosphères métalliques des surfaces en contact se pénétraient intimement; pour d'autres, tels que le fer, l'aluminium, le plomb, le bismuth, etc., la résistance est souvent très forte, comme si les atmosphères métalliques étaient maintenues à distance, soit par une couche gazeuse extrêmement adhérente, soit par une autre cause diminuant le rayon d'action des molécules. Cette Communication a pour objet d'étendre le phénomène en montrant que le contact de deux disques d'un *même* métal est aussi, pour certains métaux et dans certaines conditions, le siège d'une grande résistance.

» Je forme une colonne ayant l'aspect extérieur d'une pile à colonnes de Volta. Elle comprend 45 disques de 35^{mm} de diamètre et de 6^{mm} d'épaisseur; ils sont percés en leur centre d'une ouverture de 1^{cm} de diamètre, qui permet de les superposer en les enfilant dans une tige d'ébonite qui leur sert de guide. Ils ont été soigneusement dressés et nettoyés. La colonne est intercalée dans l'une des branches d'un pont de Wheatstone et l'on mesure sa résistance. Cette résistance, quand elle existe, diminue beaucoup lorsque la pression de surcharge est forte. Je ne citerai que des essais effectués avec des pressions faibles, afin de rendre plus frappante la comparaison des résultats relatifs aux différents métaux. Voici quelques expériences :

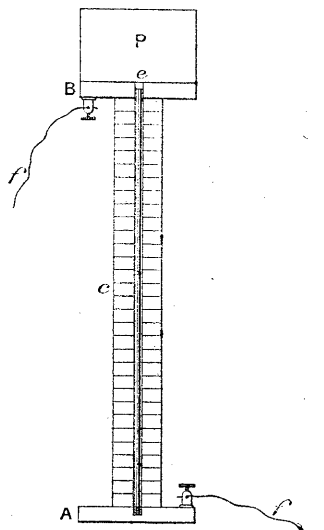
» *Zinc.* — La colonne est formée de disques de zinc, fraîchement frottés au papier d'émeri fin sur un large plan métallique et essuyés soigneusement avec un chiffon pour enlever toute poussière : 1° Ces disques sont superposés très doucement, de façon à éviter le moindre choc. La surcharge étant de 100^{gr} seulement, la résistance observée est nulle (déduction faite de la faible résistance des fils de communication). 2° Les disques sont enlevés et replacés. Cette fois, après avoir introduit l'ouverture d'un disque dans la tige d'ébonite, on le laisse tomber à plat de la hauteur libre sur les disques déjà placés, de façon à produire un choc. Ce choc s'affaiblit à mesure que la colonne s'élève. Lorsque la colonne est reformée, avec la même surcharge que précédemment, la résistance est encore nulle.

» *Cuivre, laiton.* — Des disques de cuivre rouge ou des disques de laiton superposés suivant le même mode opératoire que le zinc, et avec une très faible surcharge, se comportent de la même façon. On peut encore former la colonne de disques de zinc et de cuivre alternant : zinc, cuivre, zinc, cuivre, zinc, etc.

» Si l'on touche un point de la colonne avec une bouteille de Leyde chargée ou si

l'on attache à l'une des boules d'un radiateur de Righi un fil conducteur qui touche un point de la colonne, le contact direct avec une étincelle ne produit rien. La résistance reste nulle.

» *Aluminium.* — Les disques d'aluminium, nettoyés et essuyés, sont superposés très doucement. On les surmonte d'une surcharge de $2^{kg},600$. Avec cette surcharge, le



A et B, disques terminaux plus larges portant les fils de communication *f*;
c, disques intermédiaires;
e, axe central d'ébonite, vissé dans le disque inférieur, traversant librement les autres disques;
P, surcharge surmontant la colonne.

poids total des disques et de la surcharge était égal à la somme des poids des disques de zinc et de leur surcharge. La résistance de la colonne est $1^{\omega},5$ (cette résistance a été plusieurs fois plus petite). On reforme la colonne en laissant tomber les disques le long de l'axe d'ébonite, on trouve alors une résistance de 40 ohms; après vingt-quatre heures, elle est encore 19 ohms.

» Le lendemain, sans nettoyer de nouveau les disques, on les superpose doucement en les surmontant de la même surcharge de $2^{kg},600$, la résistance est $2^{\omega},2$. On les laisse tomber avec chocs le long de l'axe d'ébonite, la résistance est 215 ohms (¹).

» On reforme encore la même pile en laissant tomber les disques avec chocs. Résistance 216 ohms, qui devient 165 ohms après une heure et 86 ohms après vingt-quatre heures. On termine en faisant passer dans la colonne l'étincelle directe d'un radiateur, la résistance tombe à $0^{\omega},5$. On démonte encore la colonne et on la reforme avec chocs : résistance 190 ohms.

» *Fer.* — Les disques de fer, nettoyés et essuyés, sont superposés très doucement :

(¹) Avec une surcharge de 18^{kg}, on a eu $0^{\omega},5$ sans chocs et $5^{\omega},1$ avec chocs.

résistance $0^{\omega},6$; on les sépare et on les fait retomber le long de l'axe d'ébonite : résistance $29^{\omega},5$. Elle est réduite à $0^{\omega},1$ par le contact direct avec l'étincelle du radiateur.

» En opérant avec les mêmes disques, abandonnés à l'air pendant quelques jours et recouverts d'une couche imperceptible d'oxyde, on eut 10 ohms par superposition douce et 12 ohms par superposition avec chocs.

» Les mêmes disques, nettoyés ensuite au papier d'émeri et essuyés, donnent 5 ohms par superposition douce et 42 ohms par superposition avec chocs (27 ohms après vingt-quatre heures). Une étincelle du radiateur ramène la résistance à $0^{\omega},5$. La colonne est immédiatement reformée. Par superposition douce : 7 ohms; par superposition avec chocs : 40 ohms. Les étincelles du radiateur ramènent à $0^{\omega},9$.

» Dans les expériences faites avec le fer, la surcharge était $2^{kg},600$. En raison du poids assez élevé des disques de fer, le poids total était ici notablement supérieur au poids total dans le cas de l'aluminium.

» *Bismuth*. — Surcharge : $2^{kg},600$. Superposition douce : résistance $0^{\omega},3$. On laisse tomber les disques avec chocs. Ici on diminue la hauteur de chute en raison de la fragilité du métal. On a 12 ohms. L'étincelle au contact réduit la résistance à 1 ohm.

» Ces exemples suffisent pour renseigner sur la nature du phénomène. Pour le zinc et le cuivre, la superposition des disques, de quelque façon qu'elle ait lieu, offre une colonne sans résistance électrique. Pour l'aluminium, le fer, le bismuth, la résistance est nulle par une superposition douce, importante par une superposition avec chute. Dans ce dernier cas, l'étincelle électrique se comporte comme si elle comprimait la colonne ou comme si elle accroissait l'amplitude des excursions moléculaires. Je laisse pour le moment de côté divers effets, tels que celui des étincelles à distance, qui ne m'ont pas encore fourni dans tous les cas des résultats concordants.

» Il était intéressant de répéter, avec la même disposition et dans les mêmes conditions, les expériences de contact de deux métaux différents. Les phénomènes que j'ai observés il y a trois ans se reproduisent; ils sont plus accentués parce que le nombre des disques est plus grand et parce que la surcharge est notablement moindre. La formation de la colonne sans chocs, puis avec chocs conduit à des résistances toujours importantes, mais beaucoup plus fortes dans le deuxième cas que dans le premier. Pour ne pas m'exposer à des redites, je ne décrirai qu'une expérience.

» *Aluminium et plomb*. — Les disques de plomb sont minces. Les disques d'aluminium ont la même épaisseur que dans les expériences antérieures effectuées avec un seul métal. Tous ces disques avaient été nettoyés huit jours auparavant. On les superpose très doucement en les alternant : aluminium, plomb, aluminium, plomb, etc. La surcharge est $2^{kg},600$. La résistance est 49 ohms; elle croît, après un quart d'heure elle atteint 65 ohms. On démonte la pile et on la reforme en laissant tomber les disques

le long de l'axe d'ébonite et en les surmontant de la même surcharge; la résistance s'élève à 510 ohms, elle atteint 998 ohms après seize heures. L'étincelle directe d'un radiateur la réduit à 4 ohms.

» Les mêmes disques sont ensuite nettoyés au papier d'émeri et essuyés, les aluminiums séparément et les plombs séparément. On reforme la colonne en les alternant et l'on ajoute la surcharge de $2^{kg},600$. La résistance est 169 ohms et elle augmente. On sépare les disques et l'on reforme la colonne alternée, avec chocs; la résistance s'élève à 34000 ohms. L'étincelle du radiateur la réduit à 3 ohms.

» Ces phénomènes de contact, qu'il serait probablement inexact d'appeler *phénomènes de contact imparfait*, forment un groupe distinct de ceux qu'on a l'habitude de considérer. Il est peut-être difficile, pour le moment, de les expliquer d'une façon certaine, c'est-à-dire de les rattacher à des phénomènes déjà connus. »

PHYSIQUE. — *Sur la diffusion des rayons cathodiques* (1). Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

« Lorsqu'un faisceau cathodique, suffisamment resserré déjà pour qu'il y ait production de rayons X, rencontre la lame anticathodique d'un tube focus, une vive fluorescence du verre se produit dans toute la partie du tube située au-dessus du plan de l'anticathode ou d'un plan très voisin de celui-ci. Cette illumination hémisphérique a été attribuée par M. Silvanus P. Thomson à des *rayons paracathodiques* analogues aux rayons cathodiques, comme eux sensibles à un champ magnétique ou électrostatique, mais incapables de produire des rayons X. Leur point radiant est le point d'impact du faisceau direct.

» Il s'agit, en réalité, de véritables rayons cathodiques, aisément reconnaissables à leurs propriétés. On peut les considérer provisoirement comme provenant de la diffusion des rayons primaires, diffusion qui présenterait un maximum d'intensité dans une direction peu différente de celle qui correspond à la réflexion régulière.

» Si l'on isole par un diaphragme un faisceau de ces rayons et qu'on le reçoive dans un tube latéral protégé électriquement, on peut s'assurer, par le sens de la déviation électrique ou magnétique, que ces rayons sont électrisés négativement.

» En recevant le faisceau sur une lame métallique, isolée ou reliée à l'anode, on obtient l'illumination hémisphérique du verre, comme dans le tube principal.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

» En même temps, il se produit des rayons X qu'il est facile de distinguer des rayons S découverts par M. Sagnac [1] et qui prennent naissance en même temps à l'approche d'un aimant, qui, écartant de l'obstacle le faisceau en expérience, sans agir sur les rayons X primaires qui l'accompagnent, fait effectivement cesser cette émission, au moins pour l'observation à l'écran.

» Au point de vue de la production des rayons X, les rayons cathodiques diffusés se comportent, vis-à-vis des obstacles rencontrés, verre ou métaux, exactement comme les rayons directs. On peut le constater en photographiant, à la chambre noire, une anticathode formée par la juxtaposition de diverses substances et que l'on expose : 1° aux rayons cathodiques directs, 2° aux rayons diffusés. Un écran en aluminium ou en verre protège les plaques sensibles contre l'action des rayons Sagnac. Avec des temps de pose convenablement choisis les deux épreuves sont identiques.

» Enfin les rayons diffusés réduisent rapidement le cristal, et l'expérience réussit même dans l'oxygène. Cette action ne saurait être attribuée aux rayons X, car elle est complètement supprimée par l'interposition d'une lame d'aluminium de moins de $0^{mm},1$ d'épaisseur.

» Il n'y a pas lieu de supposer que les rayons dont il s'agit sont émis directement par l'anticathode devenant cathode quand la décharge est oscillante. Le résultat est en effet le même, que l'anticathode soit anode ou isolée, et il n'y a d'ailleurs oscillation que si la résistance du tube dépasse la valeur qui convient à sa marche normale.

» Il est permis d'admettre qu'au contact d'un obstacle les particules électrisées en mouvement, qui constituent les rayons cathodiques, se diffusent partiellement en tous sens, conservant, en partie au moins, leurs charges et leur énergie cinétique. De cette diffusion résultent de nouveaux rayons se propageant à peu près rectilignement parce que le champ est très faible dans la région où ils se forment; à part leur mode particulier d'émission ils sont identiques aux rayons directs et comme eux représentent les trajectoires de particules d'hydrogène électrisé. »

PHYSIQUE. — *Mesure de la vitesse des particules électrisées dans la décharge par la lumière ultra-violette* [2]. Note de M. **H. Buisson**, présentée par M. J. Violle.

« Lorsqu'un condensateur plan, chargé, est en équilibre, le champ électrique à l'intérieur des armatures est uniforme et le potentiel varie linéai-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 230.

(2) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

rement de l'une à l'autre. Cette distribution change dès que l'état d'équilibre cesse sous l'influence de la lumière ultra-violette qui produit la décharge du condensateur.

» En effet, il y a alors de l'électricité libre dans l'air, la densité électrique n'est plus nulle, et ΔV non plus. Cette quantité se réduit dans le cas actuel à $\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}$, et la courbe qui représente le potentiel en fonction de la distance à l'une des armatures n'est plus une droite.

» Le phénomène de décharge est très simple. Il n'y a que de l'électricité négative qui se transporte d'une armature à l'autre, ayant été libérée à la face négative. Aucune déperdition ne se produit à la lame positive; et, à l'inverse du mode d'action des rayons de Röntgen, l'air ne prend aucune part active à la décharge. Je l'ai constaté en faisant passer un faisceau de lumière ultra-violette entre les armatures d'un condensateur, sans les toucher : on n'observe rigoureusement aucune décharge. Il y a donc un flux unique d'électricité négative qui se meut avec une certaine vitesse, en sens inverse de celui du champ.

» L'expérience montre en effet que partout, entre les lames, le potentiel diminue lors de l'éclairement. La ligne représentant ses nouvelles valeurs a une courbure de signe constant en tous ses points. De plus cette ligne est sensiblement parabolique.

» On peut alors calculer la densité électrique par la relation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = -4\pi\rho.$$

» L'intensité i du courant produit par la décharge, la densité ρ, la section s du flux et la vitesse v des particules électrisées sont liées par la relation

$$i = v\rho s,$$

qui donne la valeur de la vitesse.

» Le dispositif expérimental est le suivant :

» Un condensateur plan est formé de deux lames parallèles verticales. L'une d'elles présente une ouverture recouverte d'une fine toile métallique, à travers laquelle on éclaire l'autre lame, chargée négativement par une batterie d'accumulateurs. La source lumineuse est l'arc électrique dont un charbon contient un fil d'aluminium.

» Le potentiel en un point du champ se mesure au moyen d'un appareil à écoulement de mercure. Un jet fin vertical se résout en gouttes et donne le potentiel du point où les gouttes se séparent.

» Le jet de mercure étant parallèle aux surfaces de niveau ne causera qu'une faible

perturbation dans la distribution du champ. En faisant la mesure du potentiel sans éclairer, puis en éclairant, on a par différence la diminution due à la présence de l'électricité libre.

» Il n'est d'ailleurs pas nécessaire, dans ce cas, de relever avec beaucoup d'exactitude la position du jet. De plus, la forme parabolique de la courbe étant admise, il suffira de faire une seule mesure, au milieu de l'intervalle des lames, pour déterminer complètement cette courbe.

» En effet, le potentiel V, en un point situé à une distance x de la lame négative, est donné par la formule

$$V = V_1 x + 2\pi\rho x(d - x),$$

obtenue en intégrant la relation $\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = -4\pi\rho$, V_1 étant la variation par unité de longueur due au champ inaltéré, et d la distance des lames. La mesure différentielle donne immédiatement la quantité

$$2\pi\rho x(d - x)$$

et, comme le produit $x(d-x)$ varie peu aux environs de son maximum, pour $x = \frac{d}{2}$, on voit que la mesure de x n'a pas besoin d'être très précise.

» L'intensité du courant se mesure à l'aide d'un électromètre et d'une grande capacité connue reliée à l'une des armatures et donnant ainsi le débit pendant un temps déterminé.

» J'ai constaté que la vitesse est indépendante de l'intensité de la lumière employée. En première approximation elle semble être proportionnelle au champ.

» C'est ainsi que j'ai trouvé des vitesses variant de 25^{cm} par seconde, dans un champ de 10 volts par centimètre, à 135^{cm} dans un champ de 60 volts.

» La méthode que j'indique a l'avantage, sur celles qui composent la vitesse à mesurer avec la vitesse d'un courant d'air, de ne rien supposer sur le mode d'entraînement des charges par l'air.

» M. Righi a trouvé, par une de ces méthodes d'insufflation, des vitesses beaucoup plus grandes; mais il se servait de champs considérables, fournis par une machine électrostatique. En supposant la loi de proportionnalité exacte et étendue jusqu'à ces limites, on peut calculer l'ordre de grandeur du potentiel qu'il employait, d'après les dimensions de ses condensateurs. On trouve ainsi des potentiels de l'ordre de 30000 volts, ce qui n'a rien d'inadmissible. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la détermination de l'arsenic dans l'antimoine et dans les métaux*. Note de M. **O. Ducru**, présentée par M. Friedel.

« I. L'antimoine métallique du commerce, régule ou antimoine purifié, contient d'ordinaire de petites quantités de fer, de plomb, de cuivre et de soufre, et, en outre, des proportions variables d'arsenic : la détermination de ce dernier, particulièrement importante en vue de certaines applications, présente, comme on le sait, de sérieuses difficultés.

» La méthode généralement suivie consiste à dissoudre le métal dans une eau régale fortement chlorhydrique et à séparer les sulfures insolubles dans les sulfures alcalins; les sulfures d'antimoine et d'arsenic sont à leur tour oxydés, et l'arsenic est précipité à l'état d'arséniate ammoniaco-magnésien. Rivot, qui a décrit cette méthode avec quelque détail, isole préalablement le sulfure d'arsenic par un traitement à l'acide chlorhydrique modérément étendu : il estime qu'il y a lieu de se contenter d'évaluer l'arsenic (¹).

» Indépendamment des causes d'erreurs inhérentes à l'emploi de l'arséniate (solubilité, entraînement de sels, etc.), cette méthode en comporte une autre qui peut être importante : à cause de la volatilité du chlorure d'arsenic, il est difficile d'éviter des pertes, soit pendant la dissolution du métal, soit pendant l'attaque des sulfures. Il est facile de s'en convaincre en conduisant les vapeurs dans un appareil approprié. Aussi les proportions d'arsenic trouvées par différents expérimentateurs, dans un même échantillon d'antimoine, présentent-elles généralement des différences considérables, et ces teneurs sont inférieures à la réalité.

» II. Cette détermination peut se faire d'une manière très facile et très précise en appliquant à l'antimoine une méthode dite *par distillation* ou *au chlorure ferrique,* employée dans les laboratoires de certaines usines pour doser l'arsenic dans le cuivre métallique (²).

» *Mode opératoire.* — La prise d'essai, 5^{gr} environ, grossièrement pulvérisée, est introduite dans une cornue tubulée (ou un ballon à distillation fractionnée), avec 100^{cc} de chlorure ferrique préparé comme ci-dessous et 200^{cc} d'acide chlorhydrique pur au

(¹) Rivot, *Docimasie,* t. IV, p. 587.

(²) Cette méthode est due au Dr John Clark (*Chem. Industry*, mai 1887, p. 352).

titre ordinaire ($D = 1,17$ environ). La cornue est reliée à un réfrigérant [1] terminé par un tube plongeant dans un flacon gradué au fond duquel on a mis environ 50^{cc} d'eau.

» On distille : l'antimoine se dissout rapidement et, chaque fois que 100^{cc} ont passé à la distillation, on ajoute dans la cornue, par un tube à entonnoir porté par la tubulure, 100^{cc} d'acide chlorhydrique.

» Lorsque l'on a ainsi recueilli 300^{cc}, tout l'arsenic se trouve généralement dans le liquide distillé; il en est ainsi pour des teneurs en arsenic atteignant environ 10 pour 100, chiffre supérieur à ceux que l'on rencontre dans la pratique [2].

» On sait que, dans ces conditions, le distillat renferme un peu d'antimoine; on le sépare par une seconde distillation [3]. Le récipient est lavé avec de l'acide chlorhydrique que l'on ajoute au liquide recueilli; on a ainsi un volume total de 400^{cc} environ et l'on distille jusqu'à ce que l'on ait recueilli 300^{cc}. Tout l'arsenic se trouve dans cette portion; on peut vérifier qu'il en est ainsi en essayant à l'hydrogène sulfuré, après l'avoir étendu d'eau, le liquide qui distille. Pour arrêter au début l'acide chlorhydrique, on met dans le récipient environ 100^{cc} d'eau.

» On peut abréger notablement cette seconde distillation en ajoutant préalablement à la solution chlorhydrique 50^{cc} à 100^{cc} d'acide sulfurique concentré; il suffit alors généralement de distiller 150^{cc}; on vérifie comme plus haut que tout l'arsenic est entraîné. Il est bon, dans ce cas, de faciliter la distillation en faisant passer d'une manière continue quelques bulles d'air dans le liquide en ébullition.

» La dissolution chlorhydrique obtenue ainsi est étendue d'eau et précipitée par l'acide sulfhydrique. Le précipité de sulfure d'arsenic est lavé à la manière ordinaire, et pesé sur filtre ou sur capsule tarée.

» III. *Préparation de la solution de chlorure ferrique.* — On emploie une solution contenant environ 150^{gr} de fer par litre, obtenue en attaquant 800^{gr} de pointes de Paris par un mélange de 2^{lit} d'acide chlorhydrique pur et 2^{lit} d'eau; l'attaque terminée, on sature le liquide d'hydrogène sulfuré, on laisse déposer et l'on filtre; on chasse l'hydrogène sulfuré par la chaleur, on fait passer à travers le liquide un courant de chlore jusqu'à transformation complète en sel ferrique, et l'on en chasse l'excès par un courant d'air à la manière ordinaire. Enfin on complète au volume de 5^{lit} en ajoutant de l'acide chlorhydrique pur.

---

(1) L'emploi des réfrigérants à large tube de M. Étaix est particulièrement commode: le col de la cornue est étiré et légèrement recourbé.

(2) On peut vérifier que tout l'arsenic est passé à la distillation en essayant, par un courant d'hydrogène sulfuré, le liquide chlorhydrique étendu *de son volume d'eau;* s'il n'y a pas de précipité *au bout de quelques minutes,* tout l'arsenic est dans le récipient.

(3) J'indiquerai ultérieurement un moyen d'éviter cette seconde distillation.

» On essaie par distillation à la fois le réactif et l'acide chlorhydrique, en introduisant dans la cornue 15gr de sulfate ferreux exempt d'arsenic.

» IV. J'ai également reconnu que cette méthode, avec de légères modifications, peut s'appliquer à un grand nombre de métaux, tels que le fer et les aciers, le plomb, l'étain, le zinc, etc., et aux alliages, tels que le bronze, etc. Elle peut être employée soit pour la recherche et le dosage des faibles proportions d'arsenic que l'on y rencontre fréquemment, soit pour l'analyse des alliages ou combinaisons dans lesquels l'arsenic entre en proportions notables. Je me propose d'ailleurs de donner à ce sujet des indications plus complètes dans un Mémoire plus étendu. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la composition des sulfures de strontium phosphorescents* (¹). Note de M. **José Rodriguez Mourelo.**

« Dans des expériences antérieures, j'ai constaté que le monosulfure de strontium pur n'est pas phosphorescent et que, pour jouir de la propriété qui fait le but de mes recherches, il lui faut des impuretés spéciales et une structure particulière, dont l'étude est intéressante, en tant qu'on y trouve démontrée l'influence de l'état d'agrégation d'un corps sur ses propriétés caractéristiques. La présente Note ne traite que de la composition des sulfures de strontium que j'ai obtenus. Ce ne sont pas, en réalité, des sulfures, mais des mélanges variés, riches en sulfure de strontium et produits toujours à de hautes températures.

» Lorsque je me servis du procédé de réduction du sulfate de strontium par le charbon (noir de fumée), je pris, comme matière première, quelquefois de la *célestine*, et d'autres fois un sulfate artificiel d'une extrême blancheur; le naturel était également blanc, et tous les deux étaient exempts de fer. La *célestine* que j'employais provenait de la province de Cordoba. C'était un minéral blanc, cristallisé dans le système orthorhombique, de densité 3,91; pulvérisé, il présentait une nuance grisâtre et avait pour composition :

Sulfate de strontium..................	98,65
Sulfate de calcium.....................	1,03
Chlorure de sodium....................	0,02
Eau..................................	0,26

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

» Pour 500gr de ce sulfate, on employa 80gr de noir de fumée, et le produit résultant, doué d'une phosphorescence de nuance verte, contenait : sulfure de strontium, sulfure de calcium, chlorure de sodium et sulfate de strontium, ce dernier en proportions très variables, ne dépassant pas 0gr,047 pour le sulfure récemment obtenu, et atteignant jusqu'à 10 ou 12 pour 100 si le sulfure est longtemps exposé à l'air; si l'air est humide, le produit se décompose avec dégagement de gaz sulfhydrique et perd la propriété phosphorescente.

» On avait préparé le sulfate artificiel en traitant une dissolution de nitrate de strontium par une dissolution de sulfate de sodium, le produit contenait des quantités variables de ce dernier corps et des chlorures provenant des impuretés des sels employés. En opérant comme auparavant, le corps obtenu contenait : sulfure de strontium, sulfure de sodium, chlorure de sodium et sulfate de strontium, dont la proportion était augmentée par les actions de l'air.

» Dans le second procédé, le carbonate de strontium ou la strontiane caustique, provenant de la décomposition du nitrate de strontium, était traité par du soufre à la température du rouge vif. Deux sortes de carbonates ont été employés : le naturel et l'artificiel. La *strontianite*, dont la provenance m'est inconnue, était un minéral blanc, cristallisant dans la forme orthorhombique, de poids spécifique 3,61. Il contenait du gypse, de l'alumine, du fer et surtout du carbonate de calcium et du sulfate de baryum.

Carbonate de strontium................	89,45
Carbonate de calcium..................	8,37
Sulfate de baryum.....................	2,04
Gypse, alumine et fer.................	0,14

» Avec ce carbonate j'ai préparé un sulfure phosphorescent, contenant 98,87 de sulfure de strontium, sulfure de calcium, sulfure et sulfate de baryum, des traces d'alumine et fer et un peu de sulfate de strontium, dont la quantité pouvait être accrue par l'action de l'air. Mais, à partir d'une limite, qui n'est pas encore bien déterminée, l'augmentation du sulfate a lieu aux dépens des propriétés phosphorescentes jusqu'à leur anéantissement.

» Le carbonate de strontium artificiel, employé comme matière première dans le procédé dont il s'agit, avait été obtenu en traitant une dissolution de chlorure de strontium pur, par une autre de carbonate de sodium. Le précipité, après avoir été lavé au préalable, contenait : chlorure et carbo-

nate de sodium en quantités minimes et non déterminables. Mélangé avec du soufre et chauffé, il donna un sulfure de strontium doué d'une intense phosphorescence verte, lequel contenait, comme impuretés : sulfure de sodium, chlorure de sodium et sulfate de strontium, la proportion de ce dernier pouvant être augmentée jusqu'à l'extinction de la phosphorescence.

» Dans d'autres expériences, je me suis servi de la strontiane caustique, que j'ai obtenue en décomposant le nitrate de strontium pur, à la température du rouge, dans une cornue en porcelaine. La strontiane ainsi préparée n'avait d'autres impuretés qu'un peu de silice et ne contenait ni potasse ni soude. On mélangea avec du soufre et l'on mit le mélange dans un creuset et en le comprimant, puis on le recouvrit d'une couche d'amidon en poudre fine; le creuset, bien fermé, fut chauffé au rouge vif pendant trois heures et, après ce temps, on en tira un sulfure de strontium sensiblement pur, non phosphorescent, dépourvu de sulfate et de composés alcalins. On y ajouta $0^{gr},02$ de carbonate de sodium et $0^{gr},001$ de chlorure de sodium pour 53^{gr} de sulfure : ce mélange, chauffé également au rouge vif pendant trois heures, en laissant quelque accès à l'air, donna un corps qui contenait, outre le sulfure de strontium, du sulfure de sodium, du chlorure de sodium et du sulfate de strontium; il avait la propriété de luire dans l'obscurité, avec une phosphorescence de nuance verte, après une exposition d'une minute à la lumière.

» Dans une Note antérieure, je me suis occupé d'expériences se rapportant aux actions du gaz sulfhydrique sur la strontiane ou le carbonate de strontium, chauffés, dans un tube en porcelaine, à la température du rouge : j'ajouterai aux observations qui ont été faites alors, des remarques qui se rapportent à la composition des produits obtenus. Par l'emploi de matières premières pures, gaz sulfhydrique très sec et chaleur suffisante et en ménageant un refroidissement lent et dans un courant, également lent, d'hydrogène bien desséché, on peut obtenir un sulfure de strontium blanc, pur, granuleux et nullement phosphorescent; si on le place dans un creuset en terre et si on le chauffe, pendant trois heures, au rouge vif, en ayant soin que l'air y ait quelque accès, il devient un produit doué de phosphorescence et contenant $0^{gr},87$ pour 100 de sulfate de strontium. Il présente, en même temps, un état d'agrégation particulier, qui lui donne l'aspect d'une substance qui aurait été fondue et finement granulée. Notons que le carbonate et la strontiane employés comme matières premières étaient en poudre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherche et dosage de l'alcool méthylique dans l'alcool éthylique.* Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. Gautier.

« En étudiant les réactions colorées obtenues par l'oxydation de l'alcool éthylique et de l'alcool méthylique, j'ai trouvé une méthode qui permet de déceler l'alcool méthylique et de le doser par un procédé colorimétrique.

» Quand on oxyde, au moyen du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique, l'alcool pur, on obtient par distillation, comme produits principaux, de l'aldéhyde acétique, de l'éthylal et de l'acide acétique. L'alcool méthylique donne, dans les mêmes conditions d'oxydation, du méthylal et de l'acide acétique, à côté de l'alcool non attaqué.

» Les parties distillées provenant de l'oxydation des alcools éthylique et méthylique diffèrent donc entre elles par la présence de l'éthylal $CH^3.CH\begin{matrix} \diagup C^2H^5O \\ \diagdown C^2H^5O \end{matrix}$, ou du méthylal $CH^2\begin{matrix} \diagup CH^3O \\ \diagdown CH^3O \end{matrix}$.

» J'ai cherché à différencier ces deux éthers. Pour cela, je les ai condensés avec de la diméthylaniline; j'ai obtenu les dérivés suivants :

$$C\begin{matrix} \diagup H \\ \diagdown CH^3 \end{matrix} = \left(C^6H^4Az\begin{matrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{matrix} \right)^2$$

correspondant à l'éthylal, par conséquent à l'alcool éthylique, et

$$CH^2 = \left(C^6H^4Az\begin{matrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{matrix} \right)^2$$

correspondant au méthylal et, par conséquent, à l'alcool méthylique.

» Le premier de ces corps ne semble pas avoir été signalé dans la littérature chimique : j'en fais l'objet d'une étude spéciale. Le deuxième est le *tétraméthyldiamidodiphénylméthane*, corps bien connu qui donne par oxydation, ainsi que je l'ai déjà signalé ([1]), une coloration bleue intense, sensible au $\frac{1}{200\,000}$.

» En oxydant la base obtenue par oxydation de l'alcool ordinaire, puis condensation des produits avec la diméthylaniline, on obtient une coloration bleue qui disparaît rapidement sous l'influence de la chaleur. La base

([1]) *Comptes rendus*, 1893.

dérivée de l'alcool méthylique donne, au contraire, une coloration bleue qui devient de plus en plus intense sous l'influence de la chaleur, contrairement à l'opinion que l'on aurait pu avoir sur la stabilité de l'hydrol formé. Il en résulte que, si l'on oxyde simultanément les solutions acétiques des deux bases, l'une donne une coloration bleue très stable, l'autre une coloration bleue qui vire au vert, puis au jaune, et disparaît finalement.

» Si, maintenant, au lieu d'oxyder séparément l'alcool éthylique et l'alcool méthylique, on oxyde un mélange des deux alcools, il se fait simultanément des éthers divers qui, avec de la diméthylaniline, fournissent des bases à chaînons $C{\lt}^{H}_{CH^3}$ ou à chaînon $CH^2=$.

» J'ai constaté que dans de l'alcool absolu une proportion de 0,5 pour 100 d'alcool méthylique était encore décelable par ce moyen.

» Telles sont les observations qui m'ont conduit à étudier une méthode pour la recherche et le dosage de l'alcool méthylique lorsqu'il s'agit d'en trouver et d'en évaluer de petites quantités.

» Si simples que paraissent les réactions que je viens d'exposer, je me suis cependant heurté à plusieurs difficultés. J'ai observé que la diméthylaniline, vendue comme pure, contenait encore des quantités appréciables d'alcool méthylique et même des traces de la base dérivée du méthane. En second lieu, je me suis aperçu que la diméthylaniline, chauffée à l'air en présence de certains acides, fournissait rapidement une coloration bleue qui pouvait fausser les résultats de l'analyse.

» Il a donc fallu trouver dans quelles conditions exactes la condensation devait avoir lieu pour éviter ces inconvénients. Voici d'une manière succincte la méthode que je suis pour reconnaître la présence de l'alcool méthylique dans de l'alcool ordinaire : 20^{cc} d'alcool à analyser sont mélangés dans un ballon avec 300^{cc} d'eau distillée contenant 30^{gr} de bichromate de potasse. On refroidit et l'on ajoute lentement 100^{gr} d'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$. Après une heure de contact on distille et l'on rejette les premières portions qui ne contiennent que de l'aldéhyde acétique. Les parties distillées sont exactement saturées à la soude; on pratique une seconde distillation et l'on recueille le liquide qui est étendu à 400^{cc}. Les distillations doivent être poussées très loin.

» Pour la condensation, on introduit 100^{cc} du liquide distillé dans un petit flacon avec 2^{cc} de diméthylaniline soigneusement rectifiée et 1^{cc} d'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$. Le flacon est hermétiquement bouché et chauffé au

bain-marie à la température de 65°-70° pendant cinq heures. Après avoir rendu alcalin, on chasse l'excès de diméthylaniline par un courant de vapeur d'eau. Pour obtenir la coloration bleue, indice de la présence de l'alcool méthylique, il suffit d'acidifier par de l'acide acétique une petite portion du liquide puis de l'oxyder en l'additionnant de bioxyde de plomb en suspension dans de l'eau.

» L'alcool pur ne doit donner aucune coloration et l'on agira prudemment dans la recherche de l'alcool méthylique en faisant simultanément une oxydation sur l'alcool pur.

» Pour doser l'alcool méthylique, on se rapporte à des types préparés à l'avance et l'on compare les colorations obtenues. Leur intensité est proportionnelle aux quantités d'alcool méthylique.

» Cette méthode m'a permis de différencier nettement et de doser avec une approximation de 1,5 pour 100 une série d'échantillons préparés à l'avance par les soins de la Société des chimistes de sucrerie et de distillerie.

» Les détails et les applications du procédé que je viens d'exposer seront incessamment publiés ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aloïnes*. Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Henri Moissan.

« En 1897 (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 185) j'ai fait connaître les premiers résultats de mes recherches sur les aloïnes. La barbaloïne, qui m'a tout d'abord occupé, se dissout facilement dans les acides HCl et HBr concentrés. L'addition d'eau à ces solutions précipite des cristaux de barbaloïne. La solution aqueuse de barbaloïne donne avec l'eau bromée, en excès, un précipité jaune, très soluble dans l'alcool mais incristallisable ([2]).

» La *trichlorobarbaloïne* $C^{16}H^{13}Cl^{3}O^{7} + H^{2}O$ ([3]) s'obtient en ajoutant du chlorate de potassium à la solution de barbaloïne dans HCl concentré. Le liquide prend d'abord

---

([1]) Voir les *Annales de Chimie analytique*.

([2]) Une barbaloïne tribromée cristallisée a été décrite, il est vrai, mais ce corps est le dérivé tribromé de l'isobarbaloïne, laquelle existe souvent comme impureté dans la barbaloïne.

([3]) Tous les corps décrits dans cette Note ont été analysés, nous publierons dans un Mémoire *in extenso* les résultats obtenus.

une couleur foncée; puis, peu à peu, la teinte devient rouge orangé. Du jour au lendemain, le tout se prend en une masse cristalline qu'on recueille et qu'on lave. On purifie le produit par deux à trois cristallisations dans l'alcool à 90 pour 100. Les cristaux obtenus sont jaune citron; ils sont peu solubles dans l'alcool, presque insolubles dans l'eau.

» Je publierai ailleurs la détermination qu'a bien voulu en faire M. Wyrouboff; je dirai seulement ici qu'ils sont clinorhombiques. Le développement prédominant de la face p leur donne l'apparence de tables rhomboïdales. Leurs constantes sont les suivantes :

$$a : b : c = 1,5448 : 1 : 1,3860 \qquad \gamma = 99^\circ 20'.$$

» La trichlorobarbaloïne se dissout facilement à froid dans la solution de carbonate de sodium, ce que ne fait pas la barbaloïne; de plus, les solutions ainsi obtenues sont stables. L'acidité de ce corps n'est cependant pas assez forte pour déplacer CO^2.

» Chauffée en tubes scellés avec les chlorures d'acide, la trichlorobarbaloïne échange 3H contre 3 restes d'acide. Ce résultat est en désaccord avec ce fait que la barbaloïne nous a fourni des dérivés renfermant seulement deux acétyles ou deux benzoyles (*loc. cit.*). La contradiction n'est cependant qu'apparente, car on peut admettre que les dérivés diacétylé et dibenzoylé, obtenus par une méthode différente, ne représentent pas les produits ultimes de la réaction des chlorures d'acides sur la barbaloïne. Si, en effet, au lieu de faire agir sur la barbaloïne le chlorure de benzoyle à froid, en présence de la pyridine, on opère à 100° avec le chlorure seul, on obtient une tribenzoylbarbaloïne sous forme d'un corps amorphe, beaucoup plus soluble dans l'éther que le dérivé dibenzoylé.

» La *triacétyltrichlorobarbaloïne* $C^{16}H^{10}Cl^3(C^2H^3O)^3O^7$ s'obtient en chauffant une demi-heure en tubes scellés, à 100°, la trichlorobarbaloïne avec un excès de chlorure d'acétyle. Après avoir chassé par la chaleur HCl et l'excès de chlorure d'acétyle, on reprend le résidu par l'alcool bouillant. Par refroidissement, le dérivé acétylé cristallise en lamelles rhomboïdales microscopiques extrêmement minces, très peu solubles dans l'alcool, même à chaud.

» La *tribenzoyltrichlorobarbaloïne* $C^{16}H^{10}Cl^3(C^7H^5O)^3O^7$ est un corps amorphe, presque insoluble dans l'alcool, très soluble dans l'acétone. L'existence de dérivés de la barbaloïne avec trois restes d'acide prouve que ce corps renferme trois hydroxyles, et non pas cinq ou six, comme on l'a cru jusqu'ici. Ces hydroxyles sont de nature phénolique, car la barbaloïne donne, avec le perchlorure de fer, une coloration vert olive et ne se dissout que dans les alcalis caustiques. En outre, avec l'hypobromite de sodium en excès, elle donne les acides carbonique et oxalique, en même temps que du tétrabromure de carbone se dépose. Cette réaction est commune à toutes les aloïnes et à beaucoup de phénols.

Isobarbaloine $C^{16}H^{16}O^7$.

» Ce nouveau corps, dont j'ai signalé l'existence dans l'aloès des Barbades où il accompagne la barbaloïne, se trouve dans les dernières fractions de la cristallisation du mélange des aloïnes. On le purifie par plusieurs cristallisations dans l'alcool méthylique. L'isobarbaloïne forme alors des mamelons opaques composés de lamelles

microscopiques allongées et tronquées. Ces cristaux renferment $3 H^2O$. Ils sont légèrement efflorescents, peu solubles dans l'eau froide, beaucoup plus à chaud. Dans l'eau, l'isobarbaloïne cristallise en aiguilles prismatiques d'un jaune plus pâle que celui de la barbaloïne cristallisée dans le même liquide. Elle renferme alors seulement $2H^2O$. Traitée par le chlorure de benzoyle, en présence de pyridine, elle donne $C^{16}H^{14}(C^7H^5O)^2O^7$, corps qui ressemble complètement à la dibenzoylbarbaloïne et a les mêmes propriétés. L'isobarbaloïne peut échanger 3H contre 3Cl ou 3Br, ce qui donne :

» 1° La *trichlorisobarbaloïne* $C^{16}H^{13}Cl^3O^7 + 4H^2O$, qui se prépare comme la trichlorobarbaloïne et cristallise de l'alcool à 90 pour 100 en aiguilles prismatiques jaunes et brillantes. Chauffé une demi-heure en tubes scellés, avec le chlorure d'acétyle, ce corps donne un dérivé triacétylé, cristallisable de l'alcool méthylique en très petites aiguilles groupées en sphères. La production de ce corps indique l'existence de 3OH dans la trichlorisobarbaloïne et, par suite, dans l'isobarbaloïne.

» 2° La *tribromisobarbaloïne*, qui n'est autre chose que le corps décrit jusqu'ici sous le nom de *tribromobarbaloïne*.

» Trois échantillons d'aloès des Barbades nous ont fourni de la barbaloïne en quantité prédominante, l'isobarbaloïne ne représentant que quatre à cinq millièmes du poids de l'aloès. Il existe toutefois des aloès plus riches en isobarbaloïne : c'est le cas d'un échantillon qui m'a été remis gracieusement par M. P. Thibaut. D'autre part, M. Jungfleisch m'a soumis deux aloïnes exposées en 1878 par M. Morson et étiquetées : l'une *barbaloïne*, l'autre *socaloïne*. De chacun de ces produits, j'ai pu isoler la barbaloïne vraie, caractérisée par son dérivé trichloré en gros cristaux clinorhombiques, et l'isobarbaloïne, caractérisée par son dérivé tribromé cristallisable en aiguilles. Ces deux aloïnes étaient en quantités à peu près égales dans l'échantillon étiqueté barbaloïne; quant à l'autre, il renfermait surtout de la barbaloïne. Si l'on met de côté l'aloès de Natal, on est donc de plus en plus convaincu que les deux aloïnes précédemment décrites sont les seules qui existent dans les divers aloès du commerce. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude sur l'acide phosphorique dissous par les eaux du sol.* Note de M. Th. Schlœsing fils, présentée par M. Duclaux.

« On sait que l'eau existant dans un sol tient en dissolution une minime quantité d'acide phosphorique. Cette quantité, comprise d'ordinaire entre quelques centièmes de milligramme et 1^{mgr} par litre, et allant parfois jusqu'à 2^{mgr} et 3^{mgr}, paraît généralement sans importance pour la nutrition des plantes; en effet, un hectare, à raison de 3000 tonnes de terre végé-

tale à 15 pour 100 d'eau et de 1^{mgr} d'acide phosphorique par litre de cette eau, ne renfermerait, à l'état dissous, que $0^{kg},45$ d'acide phosphorique, quantité bien faible relativement au contenu de la récolte.

» On a donc admis, depuis les expériences classiques de J. Sachs et d'autres physiologistes, que la source essentielle du phosphore des végétaux résidait dans les phosphates non dissous du sol, phosphates attaqués par les sucs acides des racines et utilisés après dissolution. Cette opinion est juste assurément; toutefois il y a lieu de se demander si elle ne restreint pas trop le rôle de l'acide phosphorique qui se trouve dans les eaux à l'état de dissolution. La question a déjà été examinée par M. J. Joffre à propos de l'action des superphosphates (*Bulletin de la Société chimique*, 1895, 1898). On peut l'élargir et l'étendre au cas général des sols agricoles additionnés ou non de cet engrais. C'est ce que j'ai essayé de faire. Je suis arrivé à certains résultats qu'il est peut-être bon d'indiquer dès maintenant. Dans ces recherches, j'ai largement mis à profit, comme on verra, une méthode et des travaux antérieurs de M. Th. Schlœsing, mon père.

» J'ai étudié, d'une part, la formation de la dissolution d'acide phosphorique dans les sols et, d'autre part, l'utilisation par les plantes de cette dissolution. Aujourd'hui je parlerai seulement d'expériences relatives au premier point; je reviendrai plus tard sur le second, quand les essais de végétation actuellement en cours seront terminés.

» J'ai d'abord extrait les dissolutions contenues dans divers sols. J'ai employé à cette extraction le procédé qui est fondé sur le déplacement par l'eau versée très lentement en pluie régulière (Th. Schlœsing père, *Comptes rendus*, t. LXX, 1870, et *Contribution à l'étude de la Chimie agricole*). Si l'on opère sur 40^{kg} de terre, dans les conditions convenables, ce procédé fournit, en général, au moins 1^{lit} de la dissolution même, telle qu'elle existait dans chaque sol, sans altération sensible.

» Dans la dissolution ainsi obtenue, on dose l'acide phosphorique suivant la méthode que je vais résumer. On évapore 1^{lit} à l'ébullition dans un ballon, on ajoute un peu d'acide azotique pour chasser l'acide chlorhydrique et l'on achève l'évaporation, jusqu'à siccité, dans une capsule de platine. On calcine pour brûler la matière organique; après addition d'une petite quantité d'azotate d'ammonium, on chauffe pour insolubiliser la silice. On reprend par de l'eau acidulée et l'on filtre. Dans la liqueur filtrée et réduite à un très petit volume (2^{cc} à 4^{cc}), l'acide phosphorique est précipité par le réactif molybdique et, après douze heures, recueilli et pesé avec les précautions connues. Dans les cas ordinaires, la chaux n'est pas en proportion assez forte pour gêner le dosage; mais on rencontre fréquemment des dissolutions dont il

est utile d'éliminer l'acide sulfurique, en vue d'éviter un excès de sulfate de calcium. Le phosphomolybdate d'ammonium contient 3,75 pour 100 d'acide phosphorique; les dosages de cet acide se font avec une grande précision.

» Le premier fait mis en évidence par l'analyse des dissolutions extraites des sols est le suivant : dans une même terre, considérée à une même époque ([1]), le titre de la dissolution en acide phosphorique est presque constant et indépendant de la proportion d'eau constituant l'humidité. Exemples :

Poids de terre employée (à l'état humide) .... 40^{kg}

Terre de Joinville-le-Pont, très sableuse.

	I.	II.	III.
Humidité	5 p. 100	11,5 p. 100	23 à 25 p. 100
Eau totale initialement dans les 40^{kg} de terre	2^{lit}	$4^{lit},6$	9^{lit} à 10^{lit}
Acide phosphorique dans le premier litre extrait par déplacement	$1^{mgr},02$ ([2])	$1^{mgr},19$	$1^{mgr},05$

Terre du domaine de M. Bénard, à Coupvray (Seine-et-Marne), argilo-sableuse.

	I.	II.
Humidité..............................	16,5 p. 100	25 p. 100
Eau totale initiale	$6^{lit},6$	10^{lit}
Acide phosphorique dans le premier litre..	$1^{mgr},04$	$0^{mgr},98$

Terre du domaine de M. Brandin, à Galande (Seine-et-Marne), argilo-sableuse.

	I.	II.
Humidité..............................	12,4 p. 100	20 à 22 p. 100
Eau totale initiale	5^{lit}	8^{lit} à $8^{lit},8$
Acide phosphorique dans le premier litre..	$0^{mgr},09$	$0^{mgr},12$

» Ainsi, malgré des variations considérables de l'humidité des terres, le titre de la dissolution de chacune d'elles en acide phosphorique est demeuré très peu variable.

([1]) Avec le temps, la terre peut se modifier lentement au point de vue qui nous intéresse; une addition d'engrais peut la modifier assez brusquement.

([2]) Ici, vu le faible volume d'eau contenu initialement dans la terre, le premier litre recueilli a dû être mélangé d'une petite quantité de la dissolution formée par l'eau introduite pour produire le déplacement.

» La quantité d'acide phosphorique qui est dissoute dans un sol résulte d'un équilibre entre des actions chimiques très complexes, tendant, les unes à insolubiliser, les autres à faire passer en dissolution cet acide, de sorte que, si, par quelque cause, la proportion de l'acide phosphorique dissous diminue, une nouvelle quantité d'acide entre en dissolution pour rétablir le titre primitif, et inversement.

» La constance relative, assez inattendue, que nous constatons pour le titre des dissolutions d'un sol en acide phosphorique, s'explique très bien, du moment que la quantité d'acide dissoute est très minime par rapport au stock de phosphates qui l'entretient en vertu de l'équilibre considéré. C'est certainement le cas ordinaire dans les sols. Sur ce fait, on peut fonder un procédé très simple pour déterminer le titre en acide phosphorique de la dissolution d'une terre quelconque, en opérant sur des quantités de 500^{gr} à 1^{kg}; ce procédé dispense des opérations laborieuses et peu pratiques d'extraction par déplacement sur des poids de terre devant atteindre 40^{kg}; je compte l'exposer prochainement.

» Par le jeu des phénomènes d'équilibre dont il vient d'être parlé, l'acide phosphorique peut se renouveler dans les sols à mesure que la végétation l'y consomme. Dès lors, malgré sa proportion toujours faible, il n'est plus tout à fait négligeable pour l'alimentation des plantes. Nous verrons quel parti elles en tirent, alors même qu'il ne leur est présenté qu'à des titres infimes. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition et la valeur alimentaire du millet.* Note de M. **Balland.**

« On donne indifféremment le nom de *millet* à des graines qui viennent de plantes différentes. C'est ainsi que le millet commun, le millet rond et le millet long sont commercialement désignés sous le nom de *millet.*

» Le millet commun ou *millet paniculé* a des grains brillants, ovoïdes, qui sont, suivant les variétés, blancs, jaunes, rouges ou noirs. 1000 grains pèsent $4^{gr},60$ à $5^{gr},90$. La culture de cette graminée est préhistorique dans le Midi de l'Europe, en Égypte et en Asie. Les lacustres suisses, à l'époque de la pierre, en faisaient grand usage. En Crimée, où elle fournit le pain des Tartares, on la trouve çà et là presque spontanée, ce qui arrive également dans le Midi de la France, en Italie et en Autriche [1].

» Le millet en épis ou *panic* est improprement désigné sous le nom de

---

[1] A. de Candolle, *Origine des plantes cultivées*, 4e édition. Paris, 1896.

panicum italicum, car cette plante est peu cultivée en Italie et elle n'y est point spontanée. Ses grains sont ronds, de couleur jaune paille, beaucoup plus petits que ceux du millet ordinaire. 1000 grains ne pèsent en moyenne que $2^{gr},65$. A l'époque préhistorique, la culture de cette espèce a été très répandue dans les parties tempérées de l'ancien monde où ses graines servaient à la nourriture de l'homme. En Chine, c'est une des cinq plantes que l'empereur doit semer chaque année dans une cérémonie publique. L'ensemble des documents historiques, linguistiques et botaniques fait croire que l'espèce existait avant toute culture, il y a des milliers d'années, en Chine, au Japon et dans l'archipel indien. La culture doit s'être répandue anciennement vers l'ouest, mais il ne paraît pas qu'elle se soit propagée vers l'Arabie, la Syrie et la Grèce, et c'est probablement par la Russie et l'Autriche qu'elle est arrivée, de bonne heure, chez les lacustres de l'âge de pierre en Suisse (A. de Candolle).

» Le millet long, ainsi appelé à cause de la forme allongée de sa graine, est beaucoup plus gros que le millet commun : le poids de 1000 grains est compris entre 7^{gr} et $8^{gr},20$. Les grains ont une teinte jaune grisâtre avec enveloppe lisse, très miroitante.

» En France, le millet entrait autrefois pour une part notable dans l'alimentation des campagnes; il y est aujourd'hui très peu cultivé. Sa farine, comme au temps de Galien (*Des aliments,* Livre I, Chap. XVI), se prenait surtout avec du lait. En Afrique, le millet sert encore de nourriture à de nombreuses populations, et il entre dans les rations de guerre allouées à nos troupes coloniales.

» Par sa composition, le millet se rapproche beaucoup du maïs (*Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1004); comme lui, il est riche en graisse et en azote : c'est donc, physiologiquement, un aliment plus complet que le blé.

» Les millets blancs (millets de Vendée, de Smyrne, d'Italie) ont moins de cellulose que les millets d'Afrique, qui sont les plus azotés. Voici, pour les principales variétés examinées (millets d'Afrique, de France, d'Italie, de Turquie), les plus grands écarts de composition que nous avons constatés:

	Minimum pour 100.	Maximum pour 100.
Eau	10,10	13,00
Matières azotées	8,98	15,04
» grasses	2,20	7,30
» sucrées et amylacées	57,06	66,33
Cellulose	3,00	10,23
Cendres	1,40	6,00
Acidité	0,055	0,098

EMBRYOGÉNIE. — *Contributions à l'étude du rôle du nucléole.* Note de M. Antoine Pizon, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'ovule des Molgules se prête admirablement à l'étude du rôle du nucléole et de ses rapports avec les cellules particulières, que j'ai qualifiées de *cellules de rebut* (cellules de la *testa* des anciens ascidiologues). Dans des recherches précédentes ([1]), j'ai établi que ces *cellules de rebut* se montrent, à un moment donné, dans l'intérieur du vitellus de l'ovule, sans qu'il m'ait été possible, toutefois, de préciser exactement leur origine, et que, une fois rejetées à la périphérie de l'ovule, elles se détruisent à la longue ou même se séparent de la larve à l'éclosion, et qu'elles ne jouent aucun rôle dans la formation de la tunique ([2]).

» J'ai exposé (*loc. cit.*) que chacune de ces cellules de rebut comprend trois parties : 1° une membrane très délicate; 2° une couche protoplasmique en forme de calotte à bords amincis, renfermant un noyau pourvu de quelques microsomes périphériques; 3° une cavité centrale occupée par un globule très réfringent.

» C'est l'origine et la nature de ce dernier globule que je veux fixer dans la présente Note.

» Le nucléole de l'ovule des Molgules (*M. socialis* et *M. simplex*) est toujours très volumineux et laisse échapper d'une manière permanente, jusqu'à la maturité de l'œuf, des globules brillants qui ont très sensiblement le même diamètre que lui; c'est à leurs grandes dimensions et à leur affinité pour certains colorants que n'absorbe pas le nucléole, que l'on doit précisément de pouvoir suivre ces globules avec certitude dans toutes les phases de leur évolution.

» Ils se répandent d'abord au sein de la substance nucléaire, dans l'intérieur de laquelle il n'est pas rare d'en trouver deux ou trois simultané-

---

([1]) A. Pizon, *Les membranes embryonnaires et les cellules de rebut chez les Molgules* (*Comptes rendus,* 6 janvier 1896).

([2]) Salensky (*Mitth. Neapel,* 1895) a encore regardé ces cellules comme les éléments formateurs de la tunique chez les *Diplosoma* et les *Didemnum,* ce qui les lui a fait désigner sous le nom de *Kalymmocytes.* Les recherches que j'ai faites sur ces mêmes animaux ne me permettent pas d'accepter les vues de Salensky et ne font que confirmer les résultats auxquels j'étais déjà arrivé chez d'autres Synascidies et chez les Ascidies simples.

ment; les carmins et le vert de méthyle les teintent d'une façon uniforme, mais très faiblement, comparativement au nucléole; ils renferment, par conséquent, une petite quantité de chromatine en dissolution.

» Ensuite ils émigrent progressivement vers la périphérie du noyau et *s'en échappent en repoussant la membrane nucléaire,* qui s'amincit considérablement à leur contact. Quelquefois cette membrane est déchirée et forme autour du globule une sorte de calotte dont une partie des bords est libre, tandis que le reste est encore attenant à la membrane nucléaire.

» Tant qu'ils sont inclus dans le noyau, ces globules sont libres et indépendants, en contact direct par leur surface avec la substance nucléaire. Mais, dès qu'ils sont parvenus dans l'intérieur du cytoplasme, on ne les trouve plus jamais isolés, mais toujours enfermés chacun dans une des *cellules de rebut,* à calotte protoplasmique, dont j'ai rappelé tout à l'heure la structure. Ce sont ces cellules qui, à leur tour, émigrent à la périphérie du vitellus, en emportant les globules dont elles se sont chargées; elles sont finalement rejetées ou détruites à la surface de l'embryon par les moyens que j'ai déjà fait connaître depuis longtemps ([1]).

» La destruction finale de ces cellules marque bien la nature d'*excreta* des globules brillants qu'elles renferment et qui sont issus du nucléole. Elles n'ont d'autre rôle que de les véhiculer à travers le vitellus et de les expulser au dehors, et, comme elles sont incapables de se diviser, que leur protoplasme se vacuolise dès qu'elles ont absorbé leurs globules, qu'en un mot elles acquièrent très vite tous les caractères de la dégénérescence, on peut dire qu'elles sont frappées de mort par le seul fait de l'introduction d'un globule de rebut dans leur cavité.

» Quelle que soit l'opinion que l'on se fasse du rôle du nucléole, qu'on lui dénie toute vitalité particulière et qu'on le regarde simplement comme la somme des *excreta* dus aux réactions nucléo-protoplasmiques (Häcker), qu'on le considère comme un réservoir de substance chromatique (Sabotta, Labbé, Mingazzini, etc.) ou même comme le lieu de production de cette substance (Flemming, Malaquin, etc.), il est certain que, chez les Molgules, il laisse échapper, pendant toute la durée du développement de l'ovule, *de nombreux globules transparents qui représentent une substance de déchet.* C'est ce point que je désirais mettre en évidence ici.

([1]) A. Pizon, *Histoire de la blastogénèse chez les Botryllidés* (*Annales des Sciences naturelles,* 1893) et *Les cellules de rebut chez les Molgules* (*Comptes rendus,* 16 janvier 1896).

» Pour ce qui est de l'origine des cellules englobantes, l'étude des ovules de Molgule ne m'a encore rien donné d'absolument précis et je crois inutile d'augmenter le nombre des hypothèses déjà faites à ce sujet. Je me contenterai de noter les faits suivants :

» 1° Les cellules qui s'observent au sein du vitellus renferment toutes, sans exception, leur globule de rebut, quelle que soit la période de développement de l'ovule; et, dans ces conditions, il est bien difficile de supposer qu'elles proviennent du follicule de bœuf, dont elles se seraient détachées pour s'enfoncer dans le vitellus.

» 2° On ne trouve jamais de globules de rebut isolés dans le vitellus; ils sont toujours mêlés dans des cellules.

» 3° Le globule pénètre dans une cellule dès qu'il a franchi la membrane nucléaire et qu'*il a encore une de ses faces en contact avec cette dernière*. On en trouve même qui ont une de leurs moitiés encore encastrée dans le noyau, tandis que l'autre moitié a déjà pénétré dans la cellule qui devra l'emporter hors de l'ovule. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les diverses phases de développement d'une nouvelle espèce de* Sarcina. Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« J'avais constaté sur des moitiés de graines de Maïs, placées dans un peu d'eau sur un verre de montre maintenu sous cloche humide, que des plasmodes d'*Amylotrogus ramulosus* (1), qui s'étaient conservés à l'état de vie latente dans des grains de fécule de Pomme de terre, avaient attaqué les grains de fécule du Maïs de la même façon que ceux du Blé. Cette attaque n'avait eu lieu que lorsque les grains de fécule du Maïs s'étaient trouvés mis en liberté, après la destruction par des Bactériacées des membranes des cellules qui les renfermaient.

» J'avais essayé récemment de répéter cette expérience sur les grains de fécule d'une tranche assez épaisse de tubercule de *Boussingaultia baselloides,* dans les mêmes conditions. Mais ici j'avais affaire à un tissu cellulaire plus résistant, contenant un mucilage visqueux particulier, et les résultats furent différents.

» Après quinze jours de macération, je notais, sur cette tranche humide de *Boussingaultia,* la présence d'assez nombreuses colonies de *Chatinella*

(1) *Comptes rendus,* 1er semestre 1897.

scissipara (¹) et, avec elles, d'une certaine quantité de très petites sphérules (3^{μ} à $3^{\mu},5$ de diamètre), réfringentes, incolores, immobiles. Deux jours plus tard, je distinguais dans mes préparations microscopiques un petit nombre de tétrades d'une *Sarcina*, et je fus frappé des rapports similaires de dimension qu'offraient ces tétrades naissantes avec les petites sphérules dont je viens de parler. J'observais avec attention ces sphérules et voici ce que je constatais. Le plasma s'y condensait sous la forme de 2 demi-sphères internes, distinctes, qui très rapidement se divisaient en 2 moitiés égales, suivant un plan diamétral perpendiculaire au premier plan de section. La sphérule présentait alors les 4 éléments de la tétrade (1μ chacun) enfermés dans la membrane cellulaire : cette membrane se trouvait ensuite distendue par l'accroissement des éléments de la tétrade ($1^{\mu},5$ chacun) et cessait bientôt d'être perceptible. Peu après, chaque élément non sphérique de cette tétrade, augmentant légèrement de volume, se divisait par moitié, de manière à constituer 8 particules associées, mais distinctes, et plus réfringentes que ne l'était la sphérule mère. La subdivision pouvait se continuer ensuite jusqu'à former 16 particules, ou seulement 12, probablement par avortement (²). Je suivais aisément ces phénomènes successifs de division et de subdivision, dont je rencontrais de nombreux exemples dans mes préparations, et je me demandais ce que devenaient ces particules, de forme peu régulière, ainsi réunies en une sorte de famille, bien que séparées les unes des autres, lorsque le lendemain je remarquais qu'elles commençaient à se transformer chacune en une nouvelle sphérule, d'abord plus petite que la sphérule mère primitive, puis acquérant bientôt le même diamètre qu'elle. Deux jours plus tard, des colonies de 8, 12 ou 16 petites sphérules n'étaient pas rares dans mes préparations, et, quelques jours après, je constatais que ces nouvelles sphérules reproduisaient à leur tour de nouvelles tétrades qui se subdivisaient comme les précédentes.

» Je désignerai cette nouvelle espèce de Sarcine sous le nom de *Sarcina evolvens*, pour rappeler la succession assez rapide de ses phases de développement. Quant à la sphérule elle-même, commencement et fin de cette Sarcine, je crois que l'on pourrait la considérer comme une sorte d'asque, dont le rôle serait de procréer les tétrades, premiers éléments constitutifs de l'espèce. »

(¹) *Comptes rendus*, 1ᵉʳ semestre 1898.

(²) M. Macé a observé, sur la *Sarcina lutea* Schrœter, une origine et un mode de division et de subdivision à peu près semblables (*Traité de Bactériologie*, 1897).

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un* Lepidodendron *silicifié du Brésil.* Note de M. **R. Zeiller**, présentée par M. Bonnier.

« A la suite de l'étude que j'ai faite de quelques empreintes végétales et fragments de bois silicifiés des gisements houillers de Rio Grande do Sul au Brésil (¹), j'ai reçu de M. Orville A. Derby, directeur de la Commission géographique et géologique de São Paulo, une série d'échantillons silicifiés provenant des formations permo-houillères de cette province, de Piracicaba en particulier, qu'il m'a demandé d'examiner.

» Parmi ces échantillons se trouve un nombre assez considérable de fragments de tiges ou de rameaux appartenant à une Lycopodinée que M. B. Renault a décrite, il y a quelques années, sous le nom de *Lycopodiopsis Derbyi* (²), comme constituant un type générique particulier, caractérisé notamment par la structure de son cylindre ligneux, en forme d'anneau circonscrivant une moelle centrale et composé de bandes vasculaires rayonnantes, tantôt indépendantes, tantôt soudées deux à deux par leur bord interne et affectant alors en coupe transversale la forme d'un U ou d'un V. L'étude que j'ai faite de ces échantillons m'a permis, bien qu'ils soient, en général, assez imparfaitement conservés, de préciser les affinités de ce type, qui semblait, tant par l'aspect extérieur de l'écorce que par la structure de la tige, assez différent de nos genres habituels de Lycopodinées de l'époque houillère.

» La plupart de ces échantillons sont fortement déformés et ne possèdent plus que leur écorce externe, plus ou moins aplatie, comprenant à son intérieur le cylindre ligneux, souvent dérangé de sa place et fortement excentré. Quelques autres, moins déformés, par contre dépouillés quelquefois de leurs coussinets, ont encore leur écorce moyenne, mais d'ordinaire très altérée et n'offrant plus que des traces assez confuses de sa structure primitive; sur certains échantillons, elle se montre traversée par de nombreux filaments mycéliens, affectant l'aspect de tubes noueux, mutuellement anastomosés. Quant à l'écorce interne, elle a disparu et la

(¹) *Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do Sul* (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3ᵉ série, t. XXIII, p. 601-629, Pl. VIII-X).

(²) B. Renault, *Sur une nouvelle Lycopodiacée houillère* (*Lycopodiopsis Derbyi*) (*Comptes rendus,* t. CX, p. 809-811; 14 avril 1890); *Note sur une Lycopodiacée arborescente du terrain houiller du Brésil* (*Bull. Soc. hist. nat. d'Autun.*, t. III, p. 109-124; Pl. IX).

place en est marquée seulement par une lacune annulaire assez étroite.

» L'écorce externe montre des coussinets foliaires à contour ovale ou rhomboïdal à angles arrondis, mais d'aspect variable d'un échantillon à l'autre : tantôt il semble que la cicatrice foliaire en occupe toute l'étendue, suivant un plan parallèle à l'axe de la tige; tantôt ils font une saillie plus forte, et la place que semble avoir occupée la feuille est marquée par une troncature oblique n'intéressant que leur moitié supérieure; l'aspect devient alors presque semblable à celui d'un *Lepidodendron*. Il est d'ailleurs facile de reconnaître, sur des coupes, que ces coussinets ne sont pas intacts; et si l'on suit leurs variations d'un échantillon à l'autre, on est amené à voir en eux des coussinets lépidodendroïdes plus ou moins usés ou corrodés, et présentant, non pas la cicatrice laissée par la chute de la feuille, mais une portion plus ou moins profonde de leur région interne, mise à nu par l'altération qu'ils ont subie. La place correspondant au faisceau foliaire est marquée tantôt par une saillie, tantôt par une dépression, offrant un contour ovale régulier; et l'examen de coupes minces fait reconnaître à cette place un tissu cellulaire formé d'éléments à minces parois, occupant la partie inférieure et les bords latéraux de ce contour ovale, tandis que le cordon libéroligneux est situé près de l'extrémité supérieure du grand axe. Bien que la conservation laisse à désirer, il est impossible de méconnaître la ressemblance avec ce qu'on observe dans les coussinets du *Lepid. selaginoides*, où le cordon foliaire et l'arc de tissu parichnique qui l'accompagne sur son bord inférieur offrent exactement le même aspect et la même disposition relative ([1]). Il y a ainsi tout lieu de penser que, si les coussinets étaient intacts, ils se montreraient semblables, dans tous les détails de leur constitution, à des coussinets de *Lepidodendron*.

» Quant à l'axe ligneux, il se présente en coupes transversales, sur la plupart des échantillons, avec l'aspect qu'a indiqué M. B. Renault, formé d'une moelle centrale entourée d'un anneau ligneux en apparence discontinu, composé de bandes vasculaires à éléments de diamètre croissant de la périphérie vers le centre, fréquemment soudées deux à deux par leur bord interne et affectant ainsi une figure en forme d'U ou de V qui ne laisse pas de rappeler, comme l'avait fait remarquer M. Renault, celle que présentent fréquemment les faisceaux des tiges d'Osmondées ([2]). Mais si l'on examine attentivement les rayons d'apparence cellulaire compris entre

---

([1]) M. Hovelacque, *Recherches sur le* Lepidodendron selaginoides, p. 75-93.

([2]) P. Zenetti, *Das Leitungssystem im Stamm von* Osmunda regalis L., p. 7, *fig.* 2.

ces bandes vasculaires, on reconnaît que les bandes dont ils sont formés offrent exactement la même forme que ceux qui constituent ces bandes elles-mêmes et ne s'en distinguent que par la minceur de leurs parois. Quelquefois même certains éléments situés sur la limite commune présentent, sur une moitié de leur pourtour, l'aspect des trachéides avoisinantes, et, sur l'autre moitié, l'aspect des éléments du rayon compris entre les deux bandes vasculaires. Enfin, si l'on recourt, pour s'assurer de la véritable nature de ces divers éléments, à des coupes longitudinales dirigées dans le sens tangentiel, on constate que ces rayons, en apparence cellulaires, sont uniquement formés de trachéides rayées semblables à celles des bandes ligneuses contiguës, mais à parois plus ou moins altérées et amincies, parfois profondément corrodées. Quelques échantillons moins altérés montrent, d'ailleurs, des portions importantes de l'anneau ligneux nettement continues, offrant seulement quelques indentations irrégulières et dénotant un commencement d'altération.

» L'anneau ligueux est donc, en réalité, parfaitement continu et, sur les échantillons les mieux conservés, il présente à sa périphérie des pointements formés d'éléments très fins, tout à fait semblables à ceux qu'on observe chez le *Lepid. Harcourtii*. Les altérations qui ont si notablement modifié l'aspect des trachéides vues en coupe transversale semblent s'être produites en arrière des cordons sortants, au fond des sinus compris entre les pointements périphériques : de là leur position régulière et l'apparence trompeuse qui en résulte.

» On a, par conséquent, affaire là à un véritable *Lepidodendron*, voisin surtout du *Lepid. Harcourtii* et dépourvu, comme lui, de bois secondaire. A ces échantillons, qu'il faut désormais classer sous le nom de *Lepidodendron Derbyi* B. Ren. (sp.), sont associées des quantités innombrables de feuilles aciculaires de *Lepidodendron*, silicifiées, empilées les unes sur les autres et qui probablement appartenaient à la même plante. Elles ressemblent de tout point à celles dont les empreintes accompagnent, dans les gisements de Rio Grande do Sul, le *Lepid. Pedroanum* Carr. (sp.), et l'on peut se demander si le *Lepid. Derbyi* ne représenterait pas les tiges ou les rameaux silicifiés de celui-ci ; ses coussinets sont trop fortement corrodés et trop défigurés pour qu'on puisse les comparer utilement à ceux du *Lepid. Pedroanum;* toutefois leur espacement plus considérable me porte à croire qu'il n'y a pas identité spécifique. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Méningo-encéphalo-myélite aiguë déterminée chez le chien par le bacille de la septicémie du cobaye.* Note de MM. **C. Phisalix** et **H. Claude**, présentée par M. A. Chauveau.

« Si l'on introduit dans la veine saphène d'un chien 1^{cc} à 2^{cc} d'une culture récente du microbe de la septicémie du cobaye, dont les principaux caractères ont été décrits par l'un de nous ([1]), on détermine une infection aiguë, qui évolue de la manière suivante :

» Moins d'une heure après l'injection, l'animal vomit toute la nourriture qu'il avait prise, puis il devient triste, la tête s'incline; il est pris d'un tremblement généralisé, les conjonctives s'injectent; il survient des vomissements de bile, de la diarrhée. En même temps, la température monte de 38° à 40°, pour redescendre, le lendemain, aux environs de 39°.

» Le deuxième jour, l'animal a une attitude caractéristique : il se tient à peine debout; quand il essaie de marcher, le train de derrière oscille; aussi il reste immobile, la tête baissée, les pattes postérieures ramenées en avant et écartées; la colonne vertébrale est incurvée et le corps est comme ramassé sur lui-même.

» Le troisième jour, les symptômes s'accentuent; la tête reste fléchie et, quand on cherche à lui imprimer des mouvements, l'animal pousse des cris de douleur; les muscles du cou sont légèrement contracturés; toute la région cervicale paraît immobilisée. Quelquefois on observe un tremblement de la tête avec du nystagmus. Souvent il y a de la polyurie avec incontinence.

» Le quatrième jour, les symptômes s'aggravent, l'animal reste couché, inerte sur le flanc. De temps en temps, il a des crises convulsives très douloureuses, la tête est en opistothonos, les pattes antérieures sont contracturées dans l'extension; les pattes postérieures, repliées sous le ventre, sont agitées de secousses cloniques. On croirait avoir affaire à une crise paroxystique de tétanos. La sensibilité est tellement augmentée qu'il suffit de toucher l'extrémité des poils pour provoquer des hurlements de douleur et la crise convulsive. Un choc brusque sur le sol où l'animal repose et même le simple simulacre d'approcher la main suffit à le faire crier.

» Cet état peut durer plusieurs jours. Puis l'hyperesthésie diminue, la

---

([1]) *Comptes rendus de la Société biologique*, 16 juillet 1898.

température qui, jusque-là, s'était maintenue entre 37° et 38°, baisse progressivement, les mouvements du cœur et de la respiration se ralentissent et l'animal meurt dans l'algidité.

» L'évolution et la durée de la maladie varient suivant diverses conditions. L'hyperesthésie peut faire défaut. A côté des troubles nerveux, on observe quelquefois d'autres accidents, par exemple des abcès multiples, des hémorragies abondantes de la muqueuse stomacale et intestinale, des endocardites végétantes, surtout au niveau des sigmoïdes aortiques, des néphrites avec albuminurie. Mais ce qui caractérise surtout cette infection, c'est qu'on détermine, *à coup sûr,* des phénomènes de méningo-encéphalomyélite caractérisés par les lésions suivantes :

» Les méninges cérébrales sont congestionnées, épaissies, surtout au niveau de la base du cerveau et de la région pédonculaire. Une sérosité purulente, tantôt louche blanchâtre, tantôt épaisse brunâtre, recouvre les hémisphères et se collecte surtout dans les ventricules latéraux et moyens où elle forme un dépôt pseudo-membraneux. Parfois, quand les accidents ont été moins aigus, le liquide méningé et ventriculaire reste clair; mais, fait important, il contient néanmoins, comme dans les cas précédents, le microbe pathogène. La substance cérébrale est injectée, l'écorce grise a souvent une teinte hortensia bien accusée. Il n'y a pas de foyers d'hémorragie ni de ramollissement; mais la pie-mère est adhérente, la surface corticale est dépolie, érodée, ainsi que la surface des ventricules dont la cavité est très dilatée. Les trous de Mouro sont largement béants, ainsi que l'aqueduc de Sylvius. Enfin le canal épendymaire est remarquablement élargi dans toute la hauteur de la moelle cervicale et la plus grande partie de la région dorsale. Nous verrons plus loin que cet élargissement est dû en réalité au ramollissement de la substance péri-épendymaire. Même exsudat séro-purulent autour des méninges médullaires et dans l'épendyme; mais le ramollissement ne s'étend pas au delà de la zone péri-épendymaire. La substance grise de la moelle est injectée et offre une teinte uniforme saumonée. Il n'y a pas d'hémorragie. La moelle lombaire et sacrée nous a toujours paru respectée, le canal de l'épendyme a ses dimensions normales.

» *Examen histologique.* — Dans l'espace sous-arachnoïdien du cerveau, dans la pie-mère, dans les plexus choroïdes, on constate une quantité considérable de leucocytes, mono et polynucléaires, mêlés ou non à des globules rouges. Les vaisseaux sont dilatés, leur gaine est remplie des mêmes éléments. La substance cérébrale est ramollie dans ses parties corticales; elle est remplie de cellules rondes, surtout abondantes au voisinage des vaisseaux et dans la gaine de ceux-ci. Même aspect au niveau du cervelet, du bulbe et de la protubérance. Les cellules nerveuses, dans le cerveau comme dans le bulbe, sont très altérées.

» Dans la moelle, les lésions ne s'étendent pas au delà de la région lombaire. Sur toute la hauteur des régions cervicale et dorsale, où l'on constate une dilatation considérable du canal de l'épendyme, l'épithélium a disparu. Les parois de la cavité sont formées par la substance grise ramollie et plus ou moins entamée, de telle sorte que

sur certaines coupes, il n'existe plus qu'une faible partie des cornes antérieures, toute la région moyenne de la substance grise et la partie antérieure des cornes postérieures étant détruites par le processus inflammatoire.

» A l'intérieur de cette cavité on constate une grande quantité de leucocytes la plupart polynucléaires, plus ou moins dégénérés (corps granuleux). Ces éléments sont également très abondants dans la substance grise ramollie, et même dans les cornes antérieures. Enfin toute la substance blanche est infiltrée de cellules rondes qui forment un épais manchon autour des artérioles. Les cellules nerveuses sont pour la plupart complètement détruites. Quelques-unes toutefois subsistent encore très altérées, comme le montre la coloration de Nissl. Le sillon antérieur est rempli de leucocytes qui gagnent les espaces méningés et les gaines des nerfs. Dans les ganglions rachidiens, on constate la même infiltration embryonnaire, des foyers hémorragiques; enfin les cellules offrent des degrés divers de désintégration allant jusqu'à la nécrose de coagulation. Dans les régions lombaire et sacrée les coupes de la moelle contrastent par leur intégrité relative avec celles des régions supérieures. Le canal de l'épendyme est normal; on y trouve seulement quelques leucocytes disséminés, de même que dans la gaine des artères péri-épendymaires, et dans les méninges.

» La substance nerveuse ne présente pas de ramollissement; elle est toutefois un peu enflammée, parsemée de cellules rondes; les capillaires sont dilatés, entourés de quelques éléments embryonnaires. Enfin les cellules nerveuses sont en général assez malades, sans être frappées mortellement comme dans les parties supérieures.

» Tels sont, d'une manière générale, les faits que nous avons observés et les lésions constatées dans les cinq cas que nous avons pu suivre. Quatre d'entre eux étaient relatifs à des méningites purulentes. Dans un seul l'exsudat était séreux, et l'évolution de la maladie fut plus longue. Dans tous, la présence du microbe dans l'exsudat méningé fut prouvée par les cultures.

» En dehors de l'action pathogène presque spécifique de ce bacille sur les centres nerveux du chien, ces faits sont encore intéressants par le caractère particulier des lésions qui, contrairement à ce que l'on observe dans la plupart des autres infections, semblent se localiser avec élection aux régions supérieures des centres, et non sur la région lombo-sacrée, et affecter surtout les méninges, les ventricules et l'épendyme.

» Enfin les caractères symptomatiques, comme les altérations anatomiques, permettent de rapprocher ces faits expérimentaux de certains types de méningite cérébro-spinale de l'homme. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tourbillon polaire*. Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart [1].

« Quelle que soit la complication des routes suivies sur l'hémisphère, les filets d'air partis des régions tropicales acquièrent, dans leur ensemble, une impulsion vers l'est, qui augmente rapidement avec la latitude, cependant que s'amoindrit la puissance de propulsion vers l'ouest des courants polaires rencontrés. Il y a rotation ouest-est au pôle, ou, en cas d'empêchement, à quelque distance angulaire.

» Les principales lignes de thalweg, ou trajectoires que suivent des dépressions en transformation incessante, vont, en situation normale, d'un foyer à l'autre du méridien continental, 80°E-100°W, atteignant leur plus haute latitude sur le méridien marin 20°W-160°E. Des deux sommets partent, en regard l'un de l'autre, deux branchements, qui se rapprochent du pôle en spirale ouest-est. Autour du pôle, les dépressions, qui se sont étirées comme par tréfilage, se mêlent, les restes des composantes est-ouest des rotations s'annulent, les composantes ouest-est et les impulsions ascensionnelles sont en concordance. On a un tourbillon de grande hauteur, où se fondent les deux spirales, et qui déverse, tout d'abord, sur les masses de haute pression circompolaires.

» Ce tourbillon s'irrégularise quand il est plus poussé par le courant de dépressions débouchant entre le Groënland et l'Europe que par celui passant à l'ouest du détroit de Behring. Il s'active si la puissance ascensionnelle est accrue par une aspiration. Sa rotation devient horizontale au moment où la puissance ascensionnelle est annulée par une compression. Si la compression domine, on passe à une sorte d'anticyclone entouré par le chapelet de dépressions que forment les deux courants. A l'anticyclone, la rotation se renverse dans la basse atmosphère et y devient centrifuge, tandis qu'au-dessus la rotation reste centripète et ne change pas de sens.

» A moins d'un refroidissement relatif au pôle même, cette situation est instable. Le plus souvent les surpressions polaires amènent, côté Behring ou côté Atlantique, la fermeture de l'un des débouchés du méridien marin, et l'on a une anse dans laquelle tourne l'un des courants.

(1) Dans la première partie de cette Note, je ne fais qu'énoncer, en ce qui touche mon sujet actuel, des faits que j'ai cherché à établir ou confirmer dans des Communications antérieures, anciennes ou récentes.

» Les facteurs de ces changements sont : 1° les conditions générales de la circulation rattachées à la forme et à la rotation du globe; 2° l'action lente et prolongée du refroidissement et du réchauffement; 3° l'attraction lunaire; 4° loin en arrière, l'attraction solaire, dont, au reste, l'effet est noyé dans celui, non simultané, mais longtemps concordant, de la chaleur.

» Au pôle, l'action lunaire verticale reste proportionnelle au sinus de la déclinaison absolue, produisant soulèvement et baisse barométrique en lune boréale, compression et hausse en lune australe.

» Dans le mouvement diurne, la traction horizontale exercée par les deux astres amène des oscillations rotatoires de l'axe du tourbillon et des déformations alternatives de son enveloppe, très sensibles, mais non durables. Ce n'est guère que par répercussion que la révolution synodique agit au pôle sur la marche du régime. La révolution anomalistique n'y donne qu'une accentuation des effets.

» Mais il peut exceptionnellement y avoir à tenir compte ici des ondulations méridiennes dues à la chaleur solaire et des oscillations des lignes de maxima barométriques qui accompagnent le progrès de la lune en déclinaison.

» Voici le résumé des mouvements atmosphériques polaires en l'année météorologique en 1883 (¹) :

» *Abréviations :* LA, LB, lunistice austral, boréal; EqL, équilune; dsc, asc, déclinaison descendante, ascendante; TP, tourbillon polaire.

» Mois tropiques comptés de LA à LA. Leur classification par régime n'a trait qu'à la circulation.

» Les observations simultanées sont rares de 70° à 80° et nulles au-dessus. D'autre part, l'espace est restreint et presque toujours bien entouré d'observations. Il m'a fallu compléter approximativement les tracés des isobares et des trajectoires, en me guidant par le sentiment de la continuité et de la transition et sur la connaissance des relations normales entre les dispositions des courbes et les cotes données. Quand il y a crainte d'erreur, c'est plutôt sur les détails que sur les déductions d'ensemble.

» Les résultats se suivent de jour en jour et se groupent logiquement. Ils concordent entre eux comme avec ceux autrefois trouvés, par un autre mode d'analyse, pour différentes catégories de jours de 1879 et 1880. Ils restent à contrôler et compléter par la discussion des observations isolées

---

(¹) Déduits du *Bulletin du Signal Office*.

postérieures à 1883; cette discussion éluciderait sans doute, particulièrement, la question de la variation diurne.

» *Régime d'hiver polaire.* — Mois tropiques lunaires I à VI, du 10 décembre 1882 au 22 mai 1883 et XIII du 3 au 30 novembre : A LA, masse polaire anticyclonique, entourée d'un chapelet de dépressions. De LA à E*q*L, la masse est progressivement refoulée et une anse se creuse en regard de l'Atlantique. De E*q*L à LB, TP s'établit, se régularise et s'étend. De LB à E*q*L, il reste régulier. De E*q*L à LA, il se restreint de plus en plus jusqu'à la déclinaison — 10°, puis se disloque, et l'on retourne vers la situation de LA.

» *Régime de transition.* — Mois VII, 23 mai-19 juin : en Lune boréale, TP régulier avec alternatives d'extension; en Lune australe, disparu à LA, alternativement régulier et disparu ou excentré les autres jours; 3 jours de régularité entre LA et E*q*L, 2 jours entre E*q*L et LA.

» Mois VIII, 20 juin-16 juillet : TP se rétablit au solstice. Puis alternatives. Régulier de — 6° à LB. Vague et étendu de LB à E*q*L, par suite du développement des basses pressions. Puis excentré. Régulier de — 10° à — 17°. Puis étouffé sous masse anticyclonique.

» Mois IX, 17 juillet-12 août : TP régulier depuis — 17° jusqu'au-dessus de + 19°. Ensuite, jusque vers E*q*L, excentré par hausse circumpolaire insolite (¹). Régulier de 0° à — 19°. Excentré à LA.

» *Régime d'été polaire.* — Mois X, 13 août-9 septembre : TP régulier de — 15° asc. à LA, où il passe à chapelet.

» *Régime de transition.* — Mois XI, 10 septembre-6 octobre : TP régulier de — 10° asc. à E*q*L dsc. et de — 12° à — 18° dsc.

» Mois XII, 7 octobre-2 novembre : anticyclone à LA. Puis TP irrégulier jusqu'à + 10° asc., régulier de + à — 10°, puis irrégulier passant à masse anticyclonique.

» En somme, 7 mois de 27 jours (²) de régime d'hiver, régis presque exclusivement par la révolution lunaire tropique et présentant chacun 14 jours de TP régulier; passage par 3 mois de caractère intermédiaire, à 1 mois de régime d'été, où l'influence solaire restreint la durée de la dislocation de TP aux 3 jours voisins de LA; et retour au régime d'hiver par 2 mois de transition. Il y a, d'une façon générale, sur la région polaire, hausse barométrique d'un jour à l'autre en Lune australe et baisse en Lune boréale. »

(¹) Exception affectant la veille, le jour et le lendemain de ce LB. Me paraît tenir à trois circonstances concomitantes : le reflux d'air causé par le rapide échauffement de la zone tempérée, le refoulement habituel des lignes de maxima par l'effet de la montée de la Lune en déclinaison, l'équidéclinaison des deux astres, le 31 juillet.

(²) 5 de 27 jours, 2 de 28 jours.

VITICULTURE. — *Sur l'adhérence des bouillies cupriques utilisées pour combattre les maladies cryptogamiques de la Vigne* (1). Note de MM. **G.-M. Guillon** et **G. Gouirand**, présentée par M. Guignard.

« Ce qu'il importe surtout, pour combattre les maladies cryptogamiques de la Vigne, c'est moins une quantité élevée de sulfate de cuivre que la présence de ce sel sur la surface de tous les organes de la plante. Il en résulte donc que l'adhérence joue un rôle très important dans la lutte contre les parasites, puisque c'est grâce à elle que la Vigne peut se maintenir dans un état constant de défense.

» Dans cette première Communication, nous ferons connaître le résultat de nos expériences sur l'adhérence des bouillies cupriques lorsque ces dernières se trouvent placées sur un corps uni comme une plaque de verre, où il n'est guère possible d'admettre que le liquide et le solide mis en contact restent adhérents sous l'influence d'une réaction quelconque.

» Les expériences ont porté sur les liquides cupriques suivants, préparés avec les doses indiquées ci-dessous :

» A. Bouillie bordelaise, à 2 pour 100 de sulfate de cuivre et de la chaux en quantité suffisante pour la rendre légèrement alcaline.

» B. Même bouillie que ci-dessus, avec addition de 1 pour 100 de mélasse.

» C. Même bouillie que ci-dessus, avec addition de 0,3 pour 100 de gélatine.

» D. Bouillie bourguignonne à 2 pour 100 de sulfate de cuivre et 3 pour 100 de carbonate de soude.

» E. Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre et 3 pour 100 de bicarbonate de soude.

» F. Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre et 3 pour 100 de savon.

» G. Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre et 3 pour 100 de carbonate de potasse.

» H. Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre et 3 pour 100 de carbonate d'ammoniaque.

» I. Eau céleste à 2 pour 100 de sulfate de cuivre avec addition d'ammoniaque en quantité suffisante pour la rendre légèrement alcaline.

» J. Bouillie à 2 pour 100 de verdet gris.

» K. Solution à 2 pour 100 de verdet neutre.

» Il était prélevé pour chacun de ces liquides 10^{cc} qui étaient disposés iso-

---

(1) Travail exécuté à la Station viticole de Cognac.

lément par gouttelettes, de 8^{mm} de diamètre environ, sur des plaques de verre préalablement lavées à l'alcool. Ces plaques, séchées au soleil, étaient soumises à une pluie artificielle où l'on était maître de la pression et du volume écoulé. Après un écoulement déterminé, la plaque était lavée à l'acide et le cuivre resté adhérent dosé à l'aide de la pile.

» Chaque liquide était expérimenté sur les plaques de verre : 1° immédiatement après sa préparation; 2° trois heures après; 3° vingt-quatre heures après.

» Le Tableau suivant est le résumé de plusieurs expériences :

» *Bouillies.* — Cuivre resté sur les plaques de verre avec une bouillie employée :

	1° Immédiatement après sa préparation.	2° Trois heures après sa préparation.	3° Vingt-quatre heures après sa préparation.
	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.
A	92	90	82
B	74	66	56
C	90	89	86
D	80	74	0
E	80	72	0
F	92	82	36
G	76	»	64
H	82	»	Traces
I	64	58	56
J	53,7	»	51,2
K	12,3	»	11,1

» Les mêmes plaques, exposées à la pluie naturelle, ont donné des résultats analogues.

» Il résulte du Tableau précédent que, d'une façon générale, les bouillies sont d'autant moins adhérentes qu'elles sont plus anciennement préparées.

» Pour certaines d'entre elles, comme la bouillie au carbonate et au bicarbonate de soude, au carbonate d'ammoniaque, l'adhérence disparaît complètement avec le temps. Pour d'autres, comme la bouillie au savon, elle diminue considérablement. Enfin les bouillies bordelaise, à la mélasse, à la gélatine restent adhérentes, même après vingt-quatre heures de préparation. L'eau céleste, les verdets et la bouillie au carbonate de potasse ont une adhérence plutôt faible.

» Dans un autre ordre d'idées, la bouillie bordelaise acide est moins adhérente que la bouillie bordelaise basique, et cette dernière l'est encore

moins que la bouillie neutre. Les bouillies au carbonate de soude sont dans le même cas.

» Dans la bouillie à la mélasse, plus ce dernier élément est abondant, moins le liquide est adhérent. Pour la bouillie à la gélatine, il en est de même.

» Dans une prochaine Note, nous ferons connaître le résultat de nos recherches sur l'adhérence des liquides cupriques en contact avec les feuilles de la Vigne. Nous démontrerons que les résultats ne concordent pas toujours avec ceux indiqués dans le présent travail. »

M. **Joseph Vinot** transmet à l'Académie le résumé des Communications qui lui ont été adressées par un grand nombre d'observateurs sur l'éclipse de Lune du 3 juillet 1898 et en particulier sur les apparences offertes par la partie éclipsée.

M. **Massoni** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Nouvelles considérations sur la pesanteur et l'attraction universelle ».

M. **Émilien Marceau** adresse une Note « Sur les causes qui produisent les marées ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 juillet 1898.

Notice sur les travaux scientifiques de Victor Lemoine, par Albert Gaudry. Paris, au siège de la Société géologique de France, 1898; 1 broch. in-8°.

Report on the Natural History results of the Pamir Boundary Commission. Calcutta, Office of the superintendent of Government printing, India. 1898; 1 vol. in-4°.

Annals of the royal botanic garden Calcutta. Vol. VIII. *The orchids of the Sikkim-Himalaya;* by Sir George King and Robert Pautling. Calcutta, printed at the Bengal secretariat press, 1898; 2 vol. grand in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AOUT 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Nouvelles recherches sur les miroirs de verre doublé de métal dans l'antiquité;* par M. **Berthelot**.

« J'ai examiné l'an dernier de petits miroirs de verre doublé de métal, trouvés dans des sépultures gallo-romaines (IIIe et IVe siècles et qui m'avaient été remis par M. Th. Habert, conservateur du Musée archéologique de Reims (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 451-459). J'ai constaté que le métal était du plomb et j'ai décrit la figure et le mode de fabrication des miroirs : le verre ayant été découpé avec un instrument tranchant dans un ballon soufflé, et le métal fondu ayant été versé dans la concavité de minces capsules sphériques, en forme de verre de montre, obtenues par ce procédé. La garniture dans laquelle le miroir était serti autrefois avait disparu.

» Dans ces derniers temps, trois miroirs analogues, provenant de localités différentes et fort éloignées les unes des autres, savoir la Thrace romaine et l'Égypte byzantine, ont été soumis à mon examen. Je dois remercier d'abord les savants qui ont bien voulu me confier ces précieux restes de l'antiquité : M. Guimet, fondateur du Musée si important qui porte son nom, et M. Dobrusky, directeur du Musée de Sofia (¹). Ces miroirs offrent d'autant plus d'intérêt qu'ils sont sertis dans leur garniture, ce qui en définit plus complètement les conditions de fabrication et d'usage.

I. — Miroir du musée de Sofia (²).

» En 1895, sur les bords de l'Hèbre, près du village bulgare de Saladinovo, à une dizaine de kilomètres de la ville de Tatar-Bazardjick, on a découvert les restes d'un Nymphéon, temple rustique, dédié aux Nymphes Naïades du lieu par les Thraces, et en vogue aux IIᵉ et IIIᵉ siècles de notre ère. Entre autres objets, furent trouvés treize petits miroirs ronds de verre, montés sur un pied, enchâssés dans un cadre métallique. On y rencontra également des monnaies grecques, du temps de la dynastie des Sévères. C'est l'un de ces miroirs qne M. Dobrusky a eu l'obligeance de m'adresser.

» Le diamètre total de l'objet, miroir et garniture métallique compris, est de 47^{mm}; le tout est rond, avec trace d'un manche inférieur, rompu, dirigé suivant un rayon. Le miroir convexe de verre, d'un diamètre apparent de 25^{mm}, occupe le centre, sous la forme d'une calotte sphérique.

» Il est encastré sous une couronne métallique plate, large de 11^{mm}, épaisse de 1^{mm} environ, limitée elle-même, en dehors et en dedans, par deux doubles lignes circulaires. Entre ces deux lignes, un espace annulaire de 5^{mm}, dans lequel court une courbe sinusoïdale, formant guirlande. Au revers cette couronne n'offre aucun dessin, si ce n'est un cordon circulaire intérieur; mais le miroir central est caché et maintenu par une plaque métallique circulaire (diamètre, 27^{mm}; épaisseur, 2^{mm}), sur laquelle on lit l'inscription suivante :

AXH
IƎƎIP
IM

(¹) M. Perdrizet, de l'École d'Athènes, m'en avait signalé l'existence.

(²) Les détails de la trouvaille ont été donnés par M. Dobrusky dans le *Bulletin de Correspondance hellénique*, t. XXI, p. 118; 1897.

c'est-à-dire

ἡ χάρις εἰμί = je suis la grâce.

» D'après mes analyses, toute cette garniture est formée par du plomb métallique, industriellement pur, revêtu d'une couche épaisse et blanchâtre d'oxyde carbonaté.

» Les diverses lignes, dessins et impressions de la garniture métallique paraissent avoir été exécutés non par moulage, mais par estampage, au moyen d'un modèle plus dur; la minceur et la mollesse du plomb mis en œuvre s'accordent avec ce genre de fabrication.

» Venons au miroir de verre. Sa surface visible est convexe et circulaire; mais, lorsqu'on détache la plaque du revers, on reconnaît que le verre a été découpé avec un outil, suivant la forme d'un polygone octogonal irrégulier, à bords mâchés par place et non fendus, précisément comme les miroirs de Reims. Son épaisseur, variable d'ailleurs, est voisine d'un quart de millimètre. L'enduit qui le recouvre se détache en écailles, laissant la surface vitreuse attaquée et irisée. Cet enduit même, épais d'un dixième de millimètre (ou un peu plus), a été formé à l'origine par du plomb fondu, dont l'éclat subsiste par places; mais il est aujourd'hui changé presque entièrement en un oxyde jaunâtre, irisé, en partie carbonaté, produit sous l'influence du temps, de l'air et de l'humidité. En raison de cette altération, le miroir a cessé de donner des images régulières.

» Il ne saurait d'ailleurs s'agir ici ni d'amalgame, ni d'étamage, la matière ne contenant aucune trace de mercure, ni d'argent, ni d'étain en dose sensible; c'était à l'origine du plomb industriellement pur, qui a été coulé dans la capsule vitreuse, en couche mince formant enduit et constituant le miroir.

» En somme, nous possédons là un petit miroir, déposé au Nymphéon comme objet votif. Il était susceptible d'être tenu à la main, miroir d'enfant, ou de femme, ou ornement d'appartement. Par sa forme et ses dimensions, il se rapproche beaucoup de certains petits miroirs que l'on vend aujourd'hui à Florence; sauf cette circonstance que les miroirs modernes sont plans, plus épais et plus brillants et entourés de bronze au lieu de plomb.

II. — Premier miroir d'Antinoé a garniture de platre.

» Le musée Guimet a effectué pendant les années 1896-1898, dans les ruines de la ville égyptienne d'Antinoé, des fouilles qui ont amené, entre

autres résultats, la découverte de quatre nécropoles d'époque différente, et spécialement romaine, byzantine et copte. Parmi les nombreux objets trouvés dans les sépultures, on a signalé plusieurs miroirs de verre doublé de métal, appartenant à deux types différents. Ce sont deux de ces miroirs que M. Guimet a soumis à mes analyses : l'un grossier et serti dans un grand cadre de plâtre; l'autre plus délicat, à garniture métallique. Ils ne sont ni étamés, ni amalgamés, contrairement aux apparences, et ne renferment ni mercure, ni argent, ni antimoine, ni étain : le plomb (industriel) seul est entré dans leur fabrication. Je parlerai d'abord du premier, dont il existe deux exemplaires dans les vitrines du Musée. Ils ne possèdent d'ailleurs aucune garniture métallique.

» Le cadre de plâtre est constitué par un pentagone, formé d'une base de 90^{mm}, de deux côtés à peu près verticaux de 80^{mm}, le tout surmonté par deux côtés de 70^{mm}, qui se rejoignent à angle aigu, de façon à constituer un fronton triangulaire; la hauteur maxima, du sommet anguleux à la base, est de 140^{mm}; l'épaisseur moyenne du cadre 8^{mm}. Ce cadre a été teint autrefois d'une couleur rougeâtre; sur le pourtour de la face principale règne une large rainure, noircie par une matière organique.

» Au centre de la partie quadrangulaire, l'artisan antique a pratiqué une excavation grossière, de forme arrondie ou plutôt elliptique, d'un diamètre voisin de 50^{mm}; là se trouve logé, à même sur le plâtre, un miroir de verre convexe, grossièrement découpé. Autour de cette excavation, aux quatre coins et au-dessus, on a pratiqué dans le plâtre cinq cavités plus étroites, où ont été logés des fragments de verre irréguliers, beaucoup plus petits, provenant du même ballon dans lequel a été taillé le miroir principal. Un de ces fragments est carré, quatre sont triangulaires; le plus grand se trouve dans l'espace triangulaire supérieur. J'ai détaché moi-même ces morceaux de verre brisés, qui avaient été fixés directement sur le plâtre, par un encollage fait avec une matière organique. En outre, le cadre porte cinq marques creuses, arrondies, distribuées autour du miroir et noircies au fond. Au-dessous de la pointe du triangle supérieur, il existe un trou, percé de part en part, comme pour servir à suspendre le miroir.

» Quant au miroir de verre, il porte encore quelques traces métalliques, que j'ai pu même aviver par un traitement acide ménagé. On retrouve ainsi un métal net, que la pointe d'un canif a quelque peine à détacher du verre. Ce métal est constitué par du plomb, sans mercure, ni cuivre, ni argent, ni étain.

» Il est assurément étrange de voir un miroir de verre aussi grossier,

entouré de fragments irréguliers du ballon qui a servi à le fabriquer, en guise d'ornements; le tout enchâssé dans un grand cadre de plâtre suspendu.

» Était-ce là réellement un objet de toilette? ou bien une amulette domestique? C'est ce que nul indice ne permet de décider.

III. — Autre miroir d'Antinoé, a garniture métallique.

» Ce miroir a été trouvé dans une tombe byzantine, entre les mains d'une fillette. Il est assez élégant et comparable à celui de Sofia, quoique construit un peu différemment. C'est également un miroir de verre, convexe, doublé de métal, et serti dans une garniture métallique. Mais il est beaucoup plus brillant, la surface métallique ayant conservé une grande partie de son éclat, et fournissant encore des images aussi nettes qu'un miroir d'aujourd'hui, bien qu'enlevée par places.

» Le diamètre du cercle de verre apparent est de 33^{mm}, c'est-à-dire supérieur d'un tiers à celui de Sofia; mais la couronne métallique qui l'entoure est plus étroite, et large seulement de 5^{mm} à 6^{mm}, épaisse de $1^{mm},5$ environ. Elle est limitée de part et d'autre par deux circonférences de points saillants, que sépare une rainure, profonde de $1^{mm},5$ environ. Autour de cette couronne règne une série de quatorze petites roses saillantes, d'un diamètre égal à 5^{mm}, rattachées seulement chacune par un point à la couronne. Par suite, le diamètre central du miroir, mesuré horizontalement, monte à 54^{mm}; mais il est plus compliqué dans la direction verticale.

» En effet, en haut, la couronne est jointe à un anneau métallique (diamètre extérieur : 20^{mm}; intérieur : 16^{mm}), qui servait à suspendre le miroir, soit au cou, soit à la ceinture. En bas et au-dessous de la couronne répond à ce cercle un petit quadrilatère, à parois latérales un peu inclinées, épais de 2^{mm} environ et sur lequel se trouve un dessin que l'oxydation a rendu confus. L'ensemble de cette garniture métallique a dû être obtenu par moulage, d'après sa forme et son épaisseur.

» Le revers de ce miroir n'était pas destiné à être vu; il ne porte aucun dessin. Mais de ce côté la garniture métallique se trouve pourvue de quatre pattes grossières, larges de 2^{mm} à 3^{mm}, longues de 15^{mm} à 20^{mm}, qui sont rabattues horizontalement aux quatre coins du miroir de verre, de manière à le maintenir pressé contre le métal.

» Le miroir de verre lui-même, vu de ce même revers, est entièrement apparent, au lieu d'être masqué par un cercle de plomb comme celui de

Sofia. Il se présente comme un fragment concave carré, peu régulier, dont les quatre angles ont été enlevés, le tout découpé comme par des ciseaux dans un ballon de verre. L'épaisseur du verre est voisine d'un demi-millimètre.

» Au point de vue de la composition chimique, la garniture et l'enduit métallique du miroir sont également constitués par du plomb industriellement pur, ne renfermant ni mercure, ni cuivre, ni argent, ni antimoine, ni étain en dose sensible. La garniture est recouverte d'une patine d'oxyde de plomb carbonaté, beaucoup moins blanche que celle du miroir de Sofia; ce qui m'avait fait, à première vue, soupçonner la présence de cuivre ou d'étain, que je n'ai point retrouvés par l'analyse. Cette différence est également manifeste dans l'enduit ou patine du revers, qui recouvre à la fois la garniture et le métal coulé à la surface du verre. Elle est due sans doute à ce que l'oxydation du métal à Sofia s'est accomplie au sein d'un milieu beaucoup plus humide qu'à Antinoé. En fait, si l'on gratte avec un canif l'enduit du miroir, on dégage aisément le métal par petites lamelles ou rognures, débarrassées d'oxyde, et qui en permettent l'examen approfondi. La couche métallique initiale, versée sur le métal, avait certainement plus d'un dixième de millimètre d'épaisseur. C'est en raison de ces circonstances que le plomb coulé à la surface concave du miroir s'est bien mieux conservé et nous donne une idée plus exacte de l'éclat originel du miroir et de la netteté des images qu'il était susceptible de fournir.

» En résumé, il résulte de cette étude que l'industrie des miroirs de verre doublé de métal était répandue dans tout l'Empire romain, depuis les Gaules et la Thrace jusqu'en Égypte : miroirs de petite dimension, très minces, découpés dans des ballons de verre soufflés, ce qui leur communiquait une forme convexe. Dans la concavité, on coulait une couche mince de plomb fondu; le verre était si mince qu'il n'éclatait pas au contact du métal brûlant; puis on ajustait le miroir dans une garniture de métal, de plâtre, ou d'autres substances, telles que du bois. Je n'ai pas, jusqu'ici, connaissance expérimentale de l'emploi de l'étain pour un pareil usage, quoique cet emploi ait été consigné dans un texte d'Alexandre d'Aphrodisie. Les miroirs ainsi obtenus sont brillants et donnent des images nettes, comme le montre celui d'Antinoé; mais ils sont altérables par l'air humide. Leur fabrication a continué pendant le moyen âge, ainsi que l'attestent les textes de Vincent de Beauvais, que j'ai cités précédemment (*Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XII, p. 458), et jusqu'au XVe siècle, époque où la découverte des propriétés de l'amalgame

d'étain a permis d'étendre à froid le métal sur des surfaces planes et de donner au verre une solidité suffisante et une épaisseur convenable pour le dresser parfaitement, en même temps qu'on apprenait à le tailler régulièrement au diamant. On reconstitue ainsi l'histoire de toute une industrie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **L. Roze** adresse la description et le dessin d'un appareil qu'il nomme « aviateur mixte ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : « l'Annuaire des marées des côtes de France pour l'année 1899 », publié par MM. *Hatt* et *Rollet de l'Isle*. (Présenté par M. Hatt.)

M. **A. Mosso**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des abaques à alignements.* Note de M. **Ernest Duporcq**, présentée par M. Léauté.

« Parmi les modes de représentation graphique d'une relation entre trois variables, l'un des plus simples est constitué par la catégorie des *abaques à alignements* [1] qui s'appliquent aux relations de la forme

$$(1) \qquad F(x, y, z) = \begin{vmatrix} \varphi_1(x) & \chi_1(x) & \psi_1(x) \\ \varphi_2(y) & \chi_2(y) & \psi_2(y) \\ \varphi_3(z) & \chi_3(z) & \psi_3(z) \end{vmatrix} = 0.$$

---

[1] Ces abaques, ainsi dénommées par M. d'Ocagne, sont celles qu'il avait proposées naguère sous le nom d'*abaques à points isoplèthes,* dans son *Essai sur la théorie des abaques,* publié en 1891.

A toute valeur de x correspond un point m_1 de la courbe (m_1),

$$\xi = \varphi_1, \qquad \eta = \chi_1, \qquad \zeta = \psi_1,$$

rapportée à un triangle de référence quelconque. De même, aux diverses valeurs de y et de z correspondent des points m_2 et m_3 sur deux nouvelles courbes (m_2) et (m_3). A trois valeurs de x, y, z satisfaisant à la relation (1) correspondront évidemment, sur les trois courbes graduées que nous venons de définir, trois points en ligne droite.

» Par suite de la simplicité de ces abaques, il peut être d'un intérêt pratique assez considérable de pouvoir reconnaître si une relation donnée entre trois variables est susceptible de ce mode de représentation, et, le cas échéant, de savoir construire les trois courbes graduées qui constituent l'abaque en question : ce problème, sur lequel M. d'Ocagne a attiré à maintes reprises l'attention des mathématiciens, revient évidemment à reconnaître si une fonction donnée $F(x,y,z)$ peut être mise sous la forme du déterminant (1), et à déterminer, dans ce cas, les éléments de ce dernier.

» La question est résolue complètement au moyen des résultats que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie dans cette Note.

» Soient a, a', a'' trois valeurs numériques arbitraires et distinctes; de même, b, b', b'' et c, c', c''. On doit, quels que soient x, y et z, avoir les identités :

$$(\mathrm{A}) \quad 0 = \begin{vmatrix} F(x,y,z) & F(x,b,c) & F(x,b',c') & F(x,b'',c'') \\ F(a,y,z) & F(a,b,c) & F(a,b',c') & F(a,b'',c'') \\ F(a',y,z) & F(a',b,c) & F(a',b',c') & F(a',b'',c'') \\ F(a'',y,z) & F(a'',b,c) & F(a'',b',c') & F(a'',b'',c'') \end{vmatrix},$$

$$(\mathrm{B}) \quad 0 = \begin{vmatrix} F(x,y,z) & F(a,y,c) & F(a',y,c') & F(a'',y,c'') \\ F(x,b,z) & F(a,b,c) & F(a',b,c') & F(a'',b,c'') \\ F(x,b',z) & F(a,b',c) & F(a',b',c') & F(a'',b',c'') \\ F(x,b'',z) & F(a,b'',c) & F(a',b'',c') & F(a'',b'',c'') \end{vmatrix},$$

$$(\mathrm{C}) \quad 0 = \begin{vmatrix} F(x,y,z) & F(a,b,z) & F(a',b',z) & F(a'',b'',z) \\ F(x,y,c) & F(a,b,c) & F(a',b',z) & F(a'',b'',c) \\ F(x,y,c') & F(a,b,c') & F(a',b',c') & F(a'',b'',c') \\ F(x,y,c'') & F(a,b,c'') & F(a',b',c'') & F(a'',b'',c'') \end{vmatrix}.$$

» Considérons maintenant les trois fonctions u, v et w des variables y

et z que l'on peut déterminer, par suite de l'identité (A), de manière à avoir identiquement

$$F(x, y, z) = uF(x, b, c) + vF(x, b', c') + wF(x, b'', c'').$$

On pourra, par suite des identités (A), (B) et (C), déterminer, à un facteur constant près, des fonctions $g_1(y)$ et $h_1(z)$ telles que l'on ait identiquement

$$\begin{aligned} g_1(y) &= \beta_1 v(y, c) + \beta_2 v(y, c') = \gamma_1 w(y, c) + \gamma_2 w(y, c'), \\ h_1(z) &= \beta'_1 v(b, z) + \beta'_2 v(b', z) = \gamma'_1 w(b, z) + \gamma'_2 w(b', z), \end{aligned}$$

les β et γ étant des constantes.

» On déterminera de même des fonctions g_2 et g_3 de y, h_2 et h_3 de z. Posons

$$A_1 = g_2 h_3, \qquad B_1 = g_3 h_2.$$

» On devra avoir identiquement, quels que soient y et z :

$$(D) \qquad \begin{vmatrix} u(y, z) & A_1(y, z) & B_1(y, z) \\ u(b, c) & A_1(b, c) & B_1(b, c) \\ u(b', c') & A_1(b', c') & B_1(b', c') \end{vmatrix} = 0,$$

ainsi que les deux autres identités analogues, (E) et (F), entre les fonctions v, A_2, B_2 et w, A_3, B_3.

» Par suite de (D) on peut déterminer deux coefficients numériques λ_1 et μ_1 tels que

$$u = \lambda_1 A_1 - \mu_1 B_1;$$

on aura de même des coefficients λ_2, μ_2, λ_3 et μ_3. On devra avoir entre eux la relation

$$(G) \qquad \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 = \mu_1 \mu_2 \mu_3.$$

Il sera alors possible de déterminer six coefficients m_1, m_2, m_3 et n, n_2, n_3 tels que

$$\begin{matrix} m_2 n_3 = \lambda_1, & m_3 n_1 = \lambda_2, & m_1 n_2 = \lambda_3, \\ m_3 n_2 = \mu_1, & m_1 n_3 = \mu_2, & m_2 n_1 = \mu_3, \end{matrix}$$

et l'on aura alors identiquement

$$F(x, y, z) = \begin{vmatrix} F(x, b, c) & m_1 g_1(y) & n_1 h_1(z) \\ F(x, b', c') & m_2 g_2(y) & n_2 h_2(z) \\ F(x, b'', c'') & m_3 g_3(y) & n_3 h_3(z) \end{vmatrix}.$$

» On a donc, en résumé, à vérifier sept relations nécessaires et suffisantes, et, quand elles sont remplies, on sait mettre la fonction donnée sous la forme du déterminant (1). »

ACOUSTIQUE. — *Sur la théorie des tuyaux à anche.* Note de M. **A. Aignan.**

« Helmholtz ([1]) a étudié la production et la propagation du son dans un tuyau cylindrique où l'air est mis en vibration par un piston animé d'un mouvement vibratoire. Il résulte de la savante analyse de ce physicien que l'intensité de son est maximum quand le piston est sur un *nœud* de la colonne d'air vibrant à l'unisson du piston. Par conséquent, si l'extrémité du tube opposée au piston est ouverte, le son maximum sera obtenu quand la longueur du tube sera égale à $(2k+1)\frac{\lambda}{4}$; si, au contraire, l'extrémité du tube opposée au piston est fermée par une paroi rigide, le son d'intensité maximum sera obtenu pour des longueurs égales à $k\frac{\lambda}{2}$.

» Ces conclusions du calcul sont vérifiées par l'expérience.

» On a prétendu que ce problème correspondait « au cas des tuyaux à anche parfaitement élastique, dont la période propre est sensiblement indépendante des réactions du tuyau, tels que les tuyaux des jeux d'orgue, cornet, cromorne, etc., à anche métallique ([2]). »

» Je pense que cette assimilation du problème théorique, si bien traité par Helmholtz, au cas réalisé par les tuyaux d'orgue, n'est pas tout à fait justifiée, parce que l'anche ne communique pas à la colonne d'air placée dans le tuyau un mouvement vibratoire tel que *l'anche et la tranche d'air qui la touche aient la même vitesse,* comme on l'a admis dans le calcul.

» Si l'on fait vibrer l'anche métallique d'un tuyau à anche, en l'écartant de sa position d'équilibre, puis l'abandonnant à elle-même, on n'obtient pas de renforcement notable du son propre de l'anche, quand on ne souffle pas dans le tuyau, que la longueur de celui-ci soit égale à $k\frac{\lambda}{2}$ ou à $(2k+1)\frac{\lambda}{4}$. Mais si l'on fait passer un courant d'air dans le tuyau, à travers l'anche, tant que l'anche vibre, le tuyau résone, quelle que soit sa longueur.

([1]) *Journal de Crelle*, t. 57.

([2]) Helmholtz, *Pogg. Ann.*, t. CXIV, et Brillouin, *Journal de Physique*, 2e série, t. VI.

» Je conclus de ces expériences que le son est produit, dans le tuyau à anche comme dans la sirène, grâce à l'interruption périodique, par l'anche vibrante, de la colonne d'air que la soufflerie injecte et qu'il n'y a pas là un phénomène de résonance semblable à celui qu'Helmholtz a analysé.

» Les expériences suivantes, faites avec une anche libre dont les vibrations propres s'amortissaient assez lentement, mettent en lumière l'influence de la longueur de la colonne d'air sur le fonctionnement des tuyaux à anche.

» 1° On injecte dans le tuyau le vent de la soufflerie sous une pression un peu inférieure à celle qui fait éclater le son, la longueur du tuyau étant telle que l'anche soit sur un *ventre* de la colonne d'air. On constate alors que l'anche mise en vibration avec la main revient au repos deux, trois, quatre fois plus lentement que si l'on n'injectait pas d'air.

» 2° La longueur du tuyau étant telle que l'anche soit sur un *nœud*, on force le vent de la soufflerie, puis on écarte l'anche de sa position d'équilibre et on l'abandonne brusquement. Elle revient instantanément au repos avec un bruit sec et sans vibrer autour de sa position d'équilibre.

» *Conclusion.*— Pour les tuyaux à anche élastique, la longueur du tuyau n'a pas grande influence sur l'intensité du son et sur sa hauteur, mais, suivant sa longueur, la colonne d'air vibrante que le tuyau renferme réagit diversement sur le mouvement de l'anche.

» Le son du tuyau résone avec le maximum de facilité et d'éclat quand l'anche est située sur un *ventre* de la colonne d'air. Au contraire, si la longueur du tube est telle que l'anche soit sur un *nœud*, le tuyau ne rend aucun son, même en élevant la pression qui le faisait précédemment résoner. C'est le contraire des conclusions d'Helmholtz.

» J'ai effectué ces vérifications en utilisant des *anches libres* et des *anches battantes*.

» L'assimilation du cas théorique examiné par Helmholtz avec les tuyaux d'orgue à anches métalliques a paru justifiée par ce fait: que certains jeux des grandes orgues présentent, à la suite de l'anche, un *cornet* ou *tuyau* dont la longueur est sensiblement égale à $\frac{\lambda}{4}$, λ étant la longueur d'onde du son rendu par le tuyau. Or il semble bien que l'anche soit alors sur un *nœud* de colonne d'air vibrante.

» Ayant expérimenté avec soin sur un semblable tuyau [1] (jeu de cla-

---

[1] A l'aide d'un appareil construit spécialement pour cet usage par M. Louis Debierre, l'habile facteur d'orgues de Nantes.

rinette), je crois pouvoir conclure que la facture du cornet d'harmonie est déterminée, non pour faciliter l'émission du son, mais de telle sorte que la réaction de la colonne d'air, *sans être assez énergique pour empêcher le jeu de l'anche,* en adoucisse le son et en modifie le timbre. J'ai vérifié d'ailleurs, en substituant au cornet du facteur d'orgue un simple tube cylindrique, que le tuyau ne résonait pas pour les longueurs du tube égales à $\frac{\lambda}{4}$ ou $(2k+1)\frac{\lambda}{4}$ d'une part, et que, d'autre part, en conservant la forme et le diamètre du cornet et en faisant varier simplement la longueur de la partie cylindrique de cet appendice, le tuyau résonait *quelle que fût la longueur du cornet d'harmonie.*

» A la suite de ces expériences, j'ai été conduit à penser que, pour établir la théorie mathématique de la production du son dans le tuyau à anche, il convenait d'évaluer l'action mécanique sur l'anche : 1° du courant d'air injecté par la soufflerie; 2° de la réaction des colonnes d'air vibrantes contenues dans le *porte-vent* et dans le *cornet d'harmonie*, colonnes d'air soumises à des impulsions périodiquement variables comme la surface de l'ouverture offerte par l'anche vibrante au passage de l'air.

» Les longueurs du porte-vent et du tuyau donnant lieu à des réactions capables d'entretenir le mouvement vibratoire de l'anche seront celles qui, pour une pression donnée de l'air injecté, produiront le son du tuyau avec le plus de facilité et d'éclat.

» Il importe d'observer que les remarques précédentes n'enlèvent rien à la valeur de l'analyse d'Helmholtz et n'infirment pas les résultats qu'il en a déduits relativement à la propagation du son et à la théorie de la résonance. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du phosphure d'hydrogène pur sur le sulfate de cuivre.* Note de M. E. **Rubénovitch**, présentée par M. Ditte ([1]).

« L'action du phosphure d'hydrogène sur les sels de cuivre et principalement sur le sulfate a été signalée par divers auteurs, et ce qui ressort le plus nettement de leurs recherches c'est que l'on n'obtient ainsi que des produits de composition variable. Rose avait indiqué le premier (*Pogg. Ann.*, t. XIV, p. 188 et t. XXIV, p. 320) la formation d'un précipité de

([1]) Ce Travail a été fait au laboratoire de M. Joannis, à la Faculté des Sciences.

formule P^2Cu^3 correspondant, par conséquent, à la formule du phosphure d'hydrogène générateur

$$2PH^3 + 3SO^4Cu = P^2Cu^3 + SO^4Cu.$$

» Lorsque l'on fait cette expérience sans précautions spéciales, on obtient un précipité noir dont la composition n'est pas constante et qui est mélangé avec paillettes de cuivre métallique. J'ai pensé que ces variations dans la composition pouvaient tenir à des réactions accessoires qu'il était peut-être possible d'éviter et j'ai repris cette étude en m'imposant, pour élucider aussi complètement que possible cette question, le dosage de tous les corps qui participent à la réaction, y compris celui du gaz luimême.

» Le phosphure d'hydrogène pur que j'ai employé provenait de la dissociation du chlorure de phosphonium préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur le phosphure d'hydrogène vers — 35°. Je l'ai fait réagir en quantités exactement mesurées sur une dissolution titrée de sulfate de cuivre; l'appareil dont je me servais se composait d'un tube en verre d'une centaine de centimètres cubes, contenant la solution du sulfate de cuivre, d'une cloche à robinet reposant sur la cuve à mercure et servant à l'introduction du phosphure d'hydrogène, et enfin d'une trompe à mercure, ces divers appareils étant réunis par des tubes de plomb. Au début, on faisait le vide dans tout l'appareil de façon à éviter complètement l'action de l'air, puis on le maintenait pendant quelque temps pour expulser les gaz dissous dans le sulfate de cuivre. Avec ces précautions l'on obtient des résultats concordants et des produits définis, à la fin de l'expérience, lorsque l'absorption est terminée, la trompe sert à extraire et à recueillir les gaz restants. On pouvait ainsi connaître très exactement la quantité de phosphure d'hydrogène entrée en réaction et les gaz qui avaient pu se dégager.

» Pour pouvoir analyser le précipité de phosphure et trouver des résultats constants, il faut faire certaines manipulations assez délicates. On doit séparer, tout d'abord, le précipité de la liqueur par filtration, puis laver le précipité complètement avec de l'eau distillée exempte d'air; j'ai effectué toutes ces opérations dans le vide et j'ai obtenu ainsi un phosphure de cuivre absolument exempt de cuivre métallique et bien défini.

» Voici les résultats que j'ai trouvés :

» 1° Pour deux molécules de sulfate de cuivre il faut très sensiblement une molécule de phosphure d'hydrogène $\left(\text{rapport trouvé } \frac{SO^4Cu}{PH^3} = 2,03 \text{ et } 2,06, \text{ au lieu de } 2\right)$.

» 2° La composition du précipité noir obtenu répond à la formule P^2Cu^5, H^2O, comme le montrent les analyses suivantes :

	Calculé.	Trouvé. I.	II.	III.
Phosphore........	15,61	14,86	14,96	»
Cuivre..........	79,82	79,67	79,62	»
Eau..............	4,57	5,37	5,17	4,51
	100,00	99,90	99,75	

» 3° Il se forme simultanément de l'acide phosphorique; $\frac{1}{5}$ à très peu près du phosphore introduit à l'état de phosphure d'hydrogène se retrouve dans la liqueur à l'état d'acide phosphorique $\left(\text{rapport } \frac{PO^4H^3}{PH^3} = 0,207 \text{ au lieu de } \frac{1}{5}\right)$.

» 4° On retrouve tout l'acide sulfurique du sulfate de cuivre.

» Quant au mécanisme de la réaction, j'ai constaté que l'action du phosphure d'hydrogène sur le sulfate de cuivre se manifeste d'abord par une variation de la couleur de la solution, qui, de bleue, devient verte, et, en opérant vers 0°, on peut retarder pendant quelques heures la précipitation du phosphure noir. Dans cette phase de la réaction, une partie du sulfate cuivrique paraît être réduite à l'état de sulfate cuivreux, dont M. Joannis a signalé l'existence, en combinaison avec l'oxyde de carbone (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 948), et, lorsque la précipitation commence, l'action du gaz peut porter à la fois sur le sel cuivreux et le sel cuivrique; on peut considérer le phosphure P^2Cu^5, H^2O soit comme une combinaison de phosphure cuivrique P^2Cu^3, et de phosphure cuivreux PCu^3, soit comme un hydrate du phosphure P^2Cu^5 obtenu par M. Granger dans l'action du cuivre sur la vapeur de phosphore.

» L'action de l'oxygène semble le dédoubler, transformant l'un de ces corps en cuivre métallique et acide phosphorique, et donnant avec l'autre un produit noir contenant de l'oxygène. Quoi qu'il en soit, on peut présenter la réaction du phosphure d'hydrogène pur sur le sulfate de cuivre, *en l'absence de toute trace d'oxygène*, par la formule suivante, que vérifie le dosage de tous les corps qui y figurent :

$$10SO^4Cu + 5PH^3 + 6H^2O = 2P^2Cu^5, H^2O + PO^4H^3 + 10SO^4H^2.$$

» Le phosphure P^2Cu^5, H^2O est un corps noir qui perd son eau à partir de 80° et se déshydrate complètement vers 150°, en devenant rouge brun; noir il s'oxyde très lentement à l'air, mais déshydraté il s'oxyde rapide-

ment; en présence des liqueurs où il s'est formé il se décompose partiellement avec une extrême facilité sous l'action de l'oxygène de l'air, en mettant en liberté du cuivre métallique et en donnant de l'acide phosphorique, ce qui explique la nécessité de faire toutes les opérations à l'abri absolu de l'air, ainsi que les contradictions des auteurs.

» Il se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec dégagement de phosphure d'hydrogène; l'acide azotique et le brome l'attaquent facilement; il réduit le permanganate de potassium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur le bromure de propyle normal en présence du bromure d'aluminium anhydre* (¹). Note de M. **A. Mouneyrat**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, j'ai indiqué, pour la série acyclique, une méthode de bromuration basée sur la propriété que possède le bromure d'aluminium anhydre ($AlBr^3$), de créer, par perte de (HBr), sur les carbures d'hydrogène bromés de cette série, des doubles liaisons éthyléniques. J'ai montré qu'on pouvait ainsi, par phases successives, remplacer d'une façon pratique tous les atomes d'hydrogène de l'éthane par du brome; en prenant pour point de départ le bromure d'éthyle ($CH^3.CH^2Br$), on préparait le bromure d'éthylène ($CH^2Br.CH^2Br$); à l'aide de celui-ci, le tétrabromure d'acétylène; enfin ce dernier permettait d'avoir l'hexabrométhane ($CBr^3 - CBr^3$).

» Cette méthode de bromuration, appliquée au bromure de propyle, m'a donné de très bons résultats; elle m'a, en effet, permis de préparer un certain nombre de dérivés bromés du propane, dérivés qui jusqu'ici n'avaient pu être obtenus par aucune méthode directe satisfaisante. Dans toutes ces réactions, je me suis servi d'une solution bromée de bromure d'aluminium au tiers ($AlBr^3$, 1 partie + Br, 2 parties), et pour 100^{gr} de substance à bromer j'ai employé 20^{gr} de $AlBr^3$ et la quantité théorique de brome correspondant à l'équation générale

$$C^3H^xBr^y + Br^2 = C^3H^{(x-1)}Br^{(y+1)} + HBr.$$

Je suis parti du corps bromé le plus simple de la série, du bromure de propyle normal ($CH^3 - CH^2 - CH^2Br$), obtenu en chauffant en vase clos l'alcool propylique normal saturé d'acide bromhydrique.

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.

» *Préparation du bromure de propylène* ($CH^3 - CHBr - CH^2Br$). — Dans un ballon parfaitement sec, plongeant dans un bain-marie et surmonté d'un réfrigérant ascendant, j'ai placé 246^{gr} de bromure de propyle normal ($CH^3 - CH^2 - CH^2Br$) et 220^{gr} de brome, le tout dépourvu de toute trace d'eau. Tandis qu'on porte lentement le ballon à 45°-50°, on fait couler en mince filet dans ce mélange 150^{gr} de la solution bromée de ($AlBr^3$). On maintient cette température jusqu'à ce que tout le brome soit absorbé. Ce terme est facile à reconnaître par la disparition complète de l'atmosphère brune du ballon. A ce moment, la réaction étant terminée, il est indispensable de cesser de chauffer, sans quoi on altérerait le produit formé et diminuerait le rendement. On jette alors le contenu du ballon dans l'eau glacée additionnée d'acide bromhydrique, afin de détruire le bromure d'aluminium. L'huile lourde tombée au fond du matras est successivement lavée à l'eau distillée, à la potasse faible, entraînée à la vapeur d'eau, et enfin séchée au chlorure de calcium. Soumise à la distillation sous la pression normale, elle passe à peu près tout entière à la température de 142°. Elle est entièrement constituée par du bromure de propylène ($CH^3 - CHBr - CH^2Br$). C'est là un excellent procédé de préparation de ce corps, car la réaction est rapide, et si elle est bien conduite, on a au moins en bromure de propylène 95 pour 100 du rendement théorique. Dans cette réaction, le propylène se combine au brome au fur et à mesure de sa formation :

$$(1)\qquad CH^3 - CH^2 - CH^2Br + AlBr^3 = HBr + \begin{matrix} CH^2Br \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH - AlBr^2,$$

$$(2)\qquad \begin{matrix} CH^2Br \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH - AlBr^2 = AlBr^3 + CH^3 - CH = CH^2,$$

$$(3)\qquad CH^3 - CH = CH^2 + Br^2 = CH^3 - CHBr - CH^2Br.$$

» *Préparation du tribromopropane* (1, 1) (2) ($CH^3 - CHBr - CHBr^2$). — En opérant et prenant les mêmes précautions que dans l'expérience précédente, on traite 202^{gr} de ($CH^3 - CHBr - CH^2Br$), additionnés de 80^{gr} de brome, par 120^{gr} de la solution bromée de bromure d'aluminium. Le dégagement de (HBr) étant rapide et régulier à 20°-25°, on maintient cette température jusqu'à décoloration complète de l'atmosphère du ballon. Ce terme atteint, on détruit le produit de la réaction en jetant dans l'eau glacée bromhydrique, lavant successivement à l'eau distillée, à la soude faible et entraînant à la vapeur. On sèche au chlorure de calcium et soumet l'huile obtenue à la distillation fractionnée dans le vide. Pour faire ces distillations je me suis servi de matras de Wurtz en verre blanc, à soudure latérale distante d'environ 15^{cm} de la panse du matras; on évite ainsi les entraînements du liquide. De plus, afin d'être bien fixé sur les points d'ébullition des liquides obtenus, je distillais au moins 200^{gr} de produit à la fois.

» Après une série de distillations fractionnées, j'ai noté tout d'abord une petite quantité de bromure de propylène qui n'avait pas réagi; à 100°-103°, sous 2^{cm} de pression, passe une grande quantité d'une huile lourde, correspondant à un tribromopropane $C^3H^5Br^3$; à 115°-120°, sous 3^{cm} de pression, une petite quantité de liquide correspondant également à $C^3H^5Br^3$, et à 138°-143°, sous $1^{cm},7$, une faible portion d'un liquide très lourd ayant la composition $C^3H^4Br^4$.

» *A priori*, en se basant sur la propriété que possède le bromure d'aluminium, de

créer des chaînes éthyléniques pour être bromurant, on conçoit qu'en partant de $\underset{(3)}{CH^3} - \underset{(2)}{CH^3Br} - \underset{(1)}{CH^2Br}$, le départ d'acide bromhydrique (HBr) ne peut se faire que de trois façons, si bien qu'on ne peut avoir que trois isomères tribromés. En effet, si le départ de (HBr) se fait avec l'atome de brome du carbone (1) et l'atome d'hydrogène du carbone (2), on tombera sur le tribromopropane

$$(1)\ (2,2)\ (CH^3 - CBr^2 - CH^2Br) :$$
$$CH^3 - CHBr - CH^2Br = HBr + CH^3 - CBr = CH^2,$$
$$CH^3 - CBr = CH^2 + Br^2 = CH^3 - CBr^2 - CH^2Br.$$

Si (HBr) se forme avec l'atome d'hydrogène du carbone (1) et le brome du carbone (2), on aura le tribromopropane (1, 1) (2) $(CH^3 - CHBr - CHBr^2)$:

$$CH^3 - CHBr - CH^2Br = CH^3 - CH = CHBr + HBr,$$
$$CH^3 - CH = CHBr + Br^2 = CH^3 - CHBr - CHBr^2.$$

Enfin si la production de HBr a lieu avec l'atome de brome du carbone (2) et un atome d'hydrogène du carbone (3), on aura le tribromopropane (1) (2) (3) (tribromhydrine) :

$$CH^3 - CHBr - CH^2Br = CH^2 = CH - CH^2Br + HBr,$$
$$CH^2 = CH - CH^2Br + Br^2 = CH^2Br - CHBr - CH^2Br.$$

» Le principal produit, c'est-à-dire celui bouillant à 100°-103° sous la pression de 2^{cm}, passe à la distillation à 200°-201° sous la pression normale, en perdant un peu de HBr; additionné d'alcool, et cette solution versée sur de la poudre de zinc donne lieu à une vive réaction avec dégagement de chaleur; il passe à la distillation une petite quantité d'un liquide bouillant à la pression normale à 58°-59° sans décomposition; ce liquide a pour formule C^3H^5Br : c'est du bromopropane $(CH^3 - CH = CHBr)$. Or, Reboul a démontré que le seul corps susceptible de donner ce dernier produit par réduction à l'aide de la poudre de zinc est le tribromopropane (1, 1) (2) $(CH^3 - CHBr - CHBr^2)$ (Reboul, *Annales de Chimie et de Physique*, [5], t. XIV, p. 481). J'en conclus que le corps passant à 100°-103° sous 2^{cm} de pression est du tribromopropane (1, 1) (2). C'est là un bon moyen de préparation de ce composé, les rendements par cette méthode variant entre 65-70 pour 100 du rendement théorique par rapport à

$$(CH^3 - CHBr - CH^2Br).$$

Le liquide passant à 115°-120° sous 3^{cm} bout à 218°-222°; sous la pression normale, traité en vase clos par de l'acétate d'argent, il donne de la triacétine. J'en conclus que c'est là la tribromhydrine $(CH^2Br - CHBr - CH^2Br)$. Les rendements sont d'environ 6 à 7 pour 100. Quant au produit passant à 135°-145° sous $1^{cm},7$, c'est, ainsi que je vais le démontrer dans la suite, du tétrabromopropane

$$(1,1)\ (2)\ (3)\ (CH^2Br - CHBr - CHBr^2).$$

» Dans cette expérience, on voit que le brome se porte de préférence sur l'atome de carbone qui renferme déjà cet halogène, et sur celui qui renferme le plus d'hydrogène.

» *Préparation du tétrabromopropane* (1,1) (2) (3) $(\underset{(3)}{CH^3Br} - \underset{(2)}{CHBr} - \underset{(1)}{CHBr^2})$. — On chauffe au bain-marie aux environs de 50°.

» Le tribromopropane (1,1) (2) ($CH^3 - CHBr - CHBr^2$) et la tribromhydrine, soumis de même à l'action du brome en présence de $AlBr^3$, m'ont tous deux fourni le même dérivé ($CH^2Br - CHBr - CHBr^2$) (1,1) (2) (3), tétrabromopropane avec 65 pour 100 de rendement théorique. Ce dernier corps, bromé à son tour, de la même façon, m'a donné du pentabromopropane (1,1) (2) (3,3) ($CHBr^2 - CHBr - CHBr^2$). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrolyse de l'éthane-dipyrocatéchine.* Note de M. **Ch. Moureu**.

« Il a été établi précédemment ([1]) que l'éthane-dipyrocatéchine s'hydrolyse, sous l'influence de l'acide sulfurique dilué à l'ébullition, en donnant de la pyrocatéchine et un composé $C^8H^8O^4$, conformément à l'équation suivante :

$$C^6H^4\langle{O \atop O}\rangle CH - CH\langle{O \atop O}\rangle C^6H^4 + 2H^2O = C^6H^4\langle{OH \atop OH} + C^8H^8O^4.$$

» Dans la présente Note, je me propose de fixer la constitution du produit $C^8H^8O^4$ et d'élucider le mécanisme de la réaction.

» Le composé, peu soluble dans l'eau à froid, s'y dissout immédiatement en présence d'un alcali; il décompose même les carbonates alcalins. Il est acide au tournesol, à la phtaléine du phénol, à l'hélianthine et au bleu C^4B. Il colore en bleu intense le chlorure ferrique, et la couleur bleue disparaît par l'addition de soude libre ou de soude carbonatée. Il réduit lentement à froid, immédiatement à chaud le nitrate d'argent ammoniacal, sans toutefois colorer le bisulfite de rosaniline.

» Chauffé en solution aqueuse, au bain-marie, avec de l'acétate de phénylhydrazine, il fournit une combinaison qui cristallise en écailles légères, blanches, rectangulaires, fusibles à 193° avec dégagement gazeux, et répondant à la formule $C^8H^8O^3.Az^2HC^6H^5$.

» Tenant compte de l'ensemble de ces réactions, j'avais cru d'abord pouvoir admettre pour le corps en question la formule de constitution

$$C^6H^4(OH)_{(1)}(O - CHOH - CHO)_{(2)},$$

d'après laquelle il serait à la fois phénol (coloration bleue avec le chlorure ferrique)

([1]) Ch. Moureu, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 69.

et aldéhyde (propriétés réductrices et combinaison phénylhydrazinique); quant à son caractère acide, je l'expliquais par la présence dans la molécule d'une quantité relativement considérable d'oxygène, qui devait lui communiquer ses propriétés électro-négatives et rendre acide l'hydrogène de l'oxhydryle du groupement (— CHOH —).

» Si telle était la constitution du corps, il devait, soumis à son tour à l'influence des agents d'hydratation, se dédoubler en pyrocatéchine et hydrate de glyoxal $CH(OH)^2 - CHO$ ou glyoxal $CHO - CHO$. Or, si on le chauffe, soit à 100° pendant vingt-quatre heures, soit à 140° pendant deux heures avec de l'acide sulfurique étendu, le corps demeure complètement inattaqué. La formule ci-dessus est donc inadmissible.

» C'est en étudiant l'action de la chaleur sur le produit que j'ai pu en déterminer la nature et établir sa véritable formule de constitution.

» Lorsqu'on le soumet à la distillation sèche, il perd d'abord de l'eau, et rapidement ensuite la colonne thermométrique se fixe à 243° (corr.), où elle reste jusqu'à la fin de l'opération, pendant laquelle il distille une huile incolore, se concrétant par refroidissement en gros prismes allongés, à odeur faiblement aromatique, fusibles à 54°-56°.

» Le nouveau composé, dont la composition centésimale concorde avec la formule brute $C^8H^6O^3$, est l'anhydride interne du précédent $C^8H^8O^4$, une véritable olide. Chauffé, en effet, avec dix fois son poids d'eau à l'ébullition, il fixe rapidement les éléments de l'eau en régénérant le composé $C^8H^8O^4$, qui se dépose par refroidissement de la solution aqueuse en beaux cristaux nacrés, fusibles à 130°-131°.

» Dès lors, notre produit doit être un acide-alcool (ou phénol), et sa constitution, ainsi que celle de son olide (olide de forme nouvelle, il est vrai), doivent être représentées par les schémas suivants :

$$\underbrace{C^6H^4\begin{cases} OH\,(1) \\ O - CH^2 - CO^2H\,(2) \end{cases}}_{\text{Acide orthoxy-phénoxyacétique.}}, \qquad \underbrace{C^6H^4\begin{cases} (1)\,O - CO \\ \qquad\quad | \\ (2)\,O - CH^2 \end{cases}}_{\text{Olide.}}.$$

» La question a été tranchée par la synthèse directe de l'acide orthoxy-phénoxy-acétique ([1]).

» En faisant réagir le monochloracétate de soude $CH^2Cl - CO^2Na$ sur la pyrocatéchine monosodée $C^6H^4(OH)(ONa)$, et traitant par l'acide chlorhydrique le sel sodique formé, on obtient un acide identique par toutes ses propriétés physiques et chimiques avec le précédent. Il fond à 130°-131°, fournit à la distillation sèche une olide distil-

([1]) Ce travail était déjà terminé au moment où j'ai eu par hasard connaissance de brevets pris en Allemagne, relativement à la préparation de l'acide (Dr Majert) et de son olide (Dr Tobias) (*Moniteur Quesneville*; 1897).

lant à 243° (corr.) et fusible à 54°-56°, colore en bleu le chlorure ferrique, réduit le nitrate d'argent ammoniacal, et donne avec la phénylhydrazine la même combinaison fusible à 193°, laquelle, par conséquent, n'est autre que l'hydrazide

$$C^6H^4(OH)(O - CH^2 - CO - Az^2H^2C^6H^5).$$

» Il est donc démontré, sans aucun doute possible, et si inattendu que soit ce résultat, que l'éthane-dipyrocatéchine, diacétal glyoxalique de la pyrocatéchine, fournit par hydratation un acide-phénol, l'acide orthoxy-phénoxy-acétique.

» Quel est maintenant le mécanisme de cette singulière réaction? Nous pouvons l'expliquer en admettant trois phases :

» 1° Fixation d'une première molécule d'eau sur l'éthane-dipyrocatéchine, avec mise en liberté d'une molécule de pyrocatéchine et production d'un premier corps intermédiaire, neutre, à fonction aldéhydique

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle CH - CH\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle C^6H^4 + H^2O$$
$$= C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle CH - CHO + C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.;$$

» 2° Hydratation de l'aldéhyde et formation d'une aldéhyde-phénol

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle CH - CHO + H^2O = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OH\\O - CHOH - CHO\end{matrix}\right.;$$

» 3° Transformation isomérique du nouveau produit, lequel n'est pas stable, en acide orthoxy-phénoxy-acétique, par migration moléculaire d'un atome d'oxygène du groupe $\left(C\left\langle\begin{matrix}H\\OH\end{matrix}\right.\right)^{II}$ sur le groupement $\left(C\left\langle\!\!\left\langle\begin{matrix}H\\O\end{matrix}\right.\right.\right)^{I}$

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OH\\O - CHOH - CHO\end{matrix}\right. = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OH\\O - CH^2 - CO^2H\end{matrix}\right..$$

» Je me réserve d'étendre cet exemple curieux de migration moléculaire à quelques autres cas analogues. »

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur un nouveau Trichophyton produisant l'herpès chez le cheval* (¹). Note de MM. **Matruchot** et **Dassonville**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Nous avons eu l'occasion d'observer et d'étudier une épidémie d'herpès sévissant sur les chevaux du 12ᵉ régiment d'artillerie. Une quarantaine de chevaux ont été atteints; les caractères des lésions, que nous allons décrire pour un cheval en particulier, nous ont paru être sensiblement les mêmes pour la plupart des autres cas.

» L'animal présente de nombreuses plaques d'herpès : les unes isolées, disséminées sur la croupe et l'épaule, les autres rassemblées sous la partie postérieure de la selle et comme confluentes.

» Les plaques isolées sont perceptibles au toucher avant de devenir apparentes aux yeux : en passant la main sur la région malade, on constate l'existence de petites surélévations planes qui sont le début de la lésion. Quelques jours plus tard, les plaques deviennent visibles du dehors, parce que les poils y sont très fortement couchés. A cet état, les poils sont facilement caduques : le moindre effort de traction ou le plus léger frottement exercé à la surface d'une plaque détache, d'un seul bloc, tous les poils attaqués, lesquels restent maintenus à leur base par une croûte squameuse. La plaque enlevée, les couches profondes de l'épiderme apparaissent entièrement glabres; la surface en est humide et de nuance rosâtre ou gris clair. Bientôt après, la plaque se dessèche, devient furfuracée ou farineuse et prend une teinte plus foncée, gris ardoisé. La lésion s'étend de proche en proche par la chute des poils périphériques, mais ne dépasse jamais $0^{m},03$ de diamètre.

» Dans la région de la selle, les plaques d'herpès passent par les mêmes phases de développement, mais par leur grand nombre et leur confluence elles peuvent déterminer des lésions de plus grande étendue, 4^{cm} à 5^{cm} de diamètre.

» Au cours de cette épidémie d'herpès, plusieurs des hommes chargés de soigner les chevaux ont présenté des lésions en forme de plaques, se développant de préférence dans la région du cou. Tant pour établir la nature du parasite provoquant l'épidémie chez le cheval que pour voir si l'on doit y rattacher les lésions observées sur l'homme, nous avons essayé d'isoler, de cultiver et d'inoculer le champignon cause de l'affection.

» En semant sur divers milieux nutritifs soit des poils, soit des squames provenant de plaques d'herpès, nous avons obtenu le développement d'un

(¹) Travail fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

assez grand nombre de moisissures. Parmi elles, nous avons distingué et isolé celle qui joue le rôle pathogène. C'est un *Trichophyton* qui se cultive particulièrement bien sur les milieux suivants :

» *Milieu Sabouraud.* — Mycélium blanc, floconneux, formant des colonies circulaires qui atteignent plusieurs centimètres de diamètre. Dans les cultures âgées, la partie en contact avec le substratum devient d'abord jaune, puis rouge acajou; mais la partie aérienne de la culture reste blanche.

» *Tranche de carotte.* — Mycélium moins abondant, moins floconneux, parfois légèrement rosé dans les parties aériennes, devenant jaunâtre à la longue dans les régions les plus humides de la culture.

» *Tranche de pomme de terre.* — Mycélium végétant péniblement au moins au début, avec production abondante d'un pigment jaune. Par cultures successives, le champignon semble s'adapter au milieu et les colonies deviennent de plus en plus vigoureuses.

» *Étude microscopique.* — Le poil extrait de la lésion et examiné au microscope se montre comme rempli, vers sa partie inférieure, de nombreuses spores ovales dont les dimensions moyennes sont 4-6μ sur 2-4μ. Ce sont des spores mycéliennes provenant du morcellement des filaments du champignon. Autour du poil, on observe aussi, mais en moins grand nombre, des filaments mycéliens ramifiés et partiellement transformés en spores.

» Dans les cultures artificielles, ce *Trichophyton* présente un mycélium abondant, à filaments larges de 2 à 3μ, relativement peu cloisonnés et ramifiés le plus souvent à angle droit. Sur ce mycélium prennent naissance, en nombre considérable, de petites spores dont le mode de développement est très caractéristique. Chacune d'elles naît comme un bourgeon latéral d'abord étroit, qui se renfle bientôt en une ampoule ovale ou allongée, rarement sphérique. Presque toute la masse protoplasmique de l'article émigre dans ces ampoules, puis celles-ci se cloisonnent à leur base et constituent alors des spores à pédicule étroit, à contour réfringent, très facilement caduques. Les dimensions les plus fréquentes des spores sont 3-4μ sur 2-3μ. Dans les parties fructifères, un même article du mycélium peut porter, en des points irrégulièrement distribués, plusieurs spores; mais ces spores sont toujours solitaires.

» En même temps que se forment ces spores latérales, les filaments mycéliens eux-mêmes se transforment partiellement et par endroits en chlamydospores : de courtes portions de filaments restent remplies d'un protoplasma réfringent, tandis que les portions adjacentes se vident, et à

la maturité le filament se désarticule en une multitude d'éléments qui sont reproducteurs au même titre que les spores latérales. Ces chlamydospores ont des dimensions assez variables : longueur 3 à 10 μ, largeur 2 à 3 μ.

» Chlamydospores et spores latérales se forment par le même processus, à savoir isolément, puis enkystement (intercalaire ou latéral) d'une petite masse de protoplasma. Ce sont, en somme, des éléments reproducteurs de même nature, et qu'on doit considérer comme étant tous des chlamydospores.

» Jusqu'alors nous n'avons pas observé, dans nos cultures, d'autre forme reproductrice et, par suite, la place que doit prendre dans la classification ce *Trichophyton* reste encore indécise. Toutefois, par les caractères énumérés, et pour diverses raisons que nous nous réservons de développer plus tard, ce champignon et divers autres *Trichophyton* nous semblent devoir être rattachés aux Ascomycètes du groupe des Gymnoascées.

» *Inoculations.* — Pour démontrer la nature pathogène du champignon étudié, nous avons tenté des essais d'inoculation à l'homme et au cobaye.

» La seule expérience que nous ayons tenté sur l'homme a réussi [1]. Au bout d'une quinzaine de jours s'est développée, au point d'inoculation, une plaque herpétique tout à fait caractéristique, dont nous avons suivi l'évolution.

» Sur le cobaye, deux essais d'inoculation ont été effectués et tous deux ont donné des résultats positifs.

» Il résulte de ces expériences que l'épidémie d'herpès, observée sur les chevaux du 12e régiment d'artillerie, est due à l'action d'un champignon que nous avons réussi à isoler, à cultiver, et dont nous avons vérifié expérimentalement la nature pathogène chez le cobaye et chez l'homme. Ce champignon est un *Trichophyton* voisin des espèces décrites par Sabouraud et par Bodin comme produisant des affections herpétiques; mais il en diffère par des caractères tirés de l'étude clinique, de l'examen microscopique et des cultures. »

---

(1) Cet essai d'inoculation à l'homme a pu être tenté grâce à la bonne volonté aimable, à l'initiative intelligente de M. le médecin-major René Lefort, du 12e régiment d'artillerie, auquel nous adressons nos plus vifs remercîments pour s'être courageusement prêté à l'inoculation faite sur lui-même.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Fonction physiologique du fer dans l'organisme de la plante* ([1]). Note de M. **Jules Stoklasa**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« On a reconnu depuis longtemps que le fer est nécessaire à la vie végétale; les expériences de Gautier et de Molisch ([1]) ayant montré que le fer n'existe pas dans la chlorophylle, j'ai reconnu moi-même qu'il n'existe pas davantage dans la chlorolécithine, bien qu'elle renferme de 4 à 5 pour 100 de phosphore ([2]).

» Des observations microscopiques avaient fait supposer l'existence du fer comme partie intégrante du noyau cellulaire, où il semblait être engagé en combinaison organique.

» Ces observations m'ont conduit à supposer qu'il existait dans les végétaux une substance semblable à l'hématogène que Bunge ([3]) a extrait des jaunes d'œuf. En suivant la méthode qu'il a indiquée, j'ai réussi, en effet, à isoler une substance qui en possède presque exactement la composition.

» Pour cela, des bulbes d'*Allium cepa*, secs et finement pulvérisés, ont été épuisés par l'éther, puis séchés de nouveau et mis à digérer avec une solution d'acide chlorhydrique étendu à un millième.

» La solution, concentrée à la température de 30°-36°, a été ensuite soumise à la digestion artificielle, avec de la pepsine et de l'acide chlorhydrique, et le résidu, coloré en jaune brun, lavé à l'eau distillée, puis à l'alcool et à l'éther.

» On obtient ainsi de l'hématogène impur, que l'on redissout dans l'ammoniaque faible et que l'on précipite de nouveau, après filtration, par l'alcool absolu; après deux traitements de ce genre, le produit se présente sous la forme d'une poudre jaunâtre qui nous a donné à l'analyse les résultats suivants, intéressants à rapprocher de ceux qu'a obtenus Bange, avec l'hématogène animal :

([1]) Travail exécuté au laboratoire de Chimie de l'École polytechnique de Prague.

([2]) *Eisen und ihre Berichungen zu der Pflanze*, von Dr H. Molisch. Iéna, 1892. (*Le fer et ses rapports avec les plantes.*)

([3]) Dr Julius Stoklasa, *Ueber physiologische Funktion des Leathins in der Pflanze* (*Akademie der Wissenschaften*. Wien, 1896.)

([4]) J. Bunge, *Ueber die Assimilation des Eisens* (*Zeitschrift für physiologische Chemie*); Strasbourg, 1885.

	Hématogène végétal.	Hématogène de Bange.
Carbone	43,05	42,19
Hydrogène	5,56	6,08
Azote	15,13	14,70
Phosphore	6,21	5,19
Fer	1,68	0,29
Soufre	0,28	0,55
Oxygène	28,09	31,00

» Ces deux matières présentent, comme on le voit, presque exactement la même composition : la plus grande différence réside dans la proportion du fer, qui est notablement plus grande dans notre produit que dans celui de Bange.

» Avec 1500^{gr} de bulbes secs, nous avons obtenu de cette manière 1^{gr},9 d'hématogène; 1^{kg} de pois secs (*Pisum sativum*) nous a donné seulement 0^{gr},9.

» Les propriétés de cette substance sont semblables à celles de l'hématogène animal.

» Nous avons reconnu, par les observations chimiques et microscopiques, que le fer, dont la plus grande partie est localisée dans l'embryon ou l'endosperme, semble s'y trouver seulement sous forme organique. Pendant la germination, il est employé à former le noyau des cellules des jeunes organes. Plus tard, la plante en emprunte au milieu extérieur, où sa présence est nécessaire, car aussitôt que ce milieu en est privé, la plante périt; ce qu'il est facile de montrer en essayant d'élever des jeunes maïs (Zea Mays) dans une solution nutritive exempte de fer. Il est impossible d'extraire de l'hématogène de ces plantes chétives.

» L'expérience montre que les plantes sans chlorophylle se comportent de la même façon que les plantes vertes; la preuve en a été faite avec le *Mucor mucedo*. On a vu, en outre, que les cultures de *Bacillus Megatherium* ne réussissent pas sans fer.

» Pour prouver la présence de l'hématogène dans les champignons, on a utilisé le cèpe comestible (*Boletus edulis*). 1000^{gr} de ce champignon sec ont fourni 3^{gr},5 d'hématogène.

» On peut donc déduire, de l'ensemble de ces observations, que le fer, aussi bien que le phosphore, fait partie intégrante du noyau cellulaire. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Fructifications des* Macrostachya. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Le genre *Macrostachya,* créé par Schimper pour des tiges arborescentes, articulées, remarquables par les grandes cicatrices discoïdales disposées en verticilles, auxquelles étaient attachés des rameaux et des épis, n'a été jusqu'ici rencontré qu'à l'état d'empreinte. Un bel échantillon, recueilli dans le terrain houiller de Commentry, a confirmé les vues de Schimper sur l'attribution faite par lui à ces tiges de grands épis décrits autrefois sous le nom d'*Equisetites infundibuliformis;* ces épis sont, en effet, encore attachés à certains verticilles de cicatrices sur cet échantillon.

» La quantité de houille laissée par le bois et l'écorce faisait soupçonner un cylindre ligneux beaucoup plus développé que celui des Calamites, tels que *Cal. Cisti, Cal. Suckowi.* Il y avait intérêt à rechercher si la houille avait conservé les traces de l'organisation d'une plante dont on possédait en dépendance directe la tige et les fructifications.

» Des préparations faites dans le bois houillifié de l'échantillon de Commentry nous ont montré que l'écorce est presque entièrement formée de tissu cellulaire à grandes cellules superposées en files verticales et recouverte d'une couche de tissu subéreux; dans l'épaisseur du parenchyme cortical se trouvent de nombreuses petites poches remplies de Micrococques.

» Nous n'avons pu mettre en évidence ni le liber ni l'assise génératrice.

» Les coins ligneux sont formés de vaisseaux scalariformes, aplatis, larges de 17^{μ}; les raies placées seulement sur les faces latérales sont distantes de 6^{μ} à 7^{μ}. Les trachéides, quoique déformées par la compression et dérangées sensiblement de leur position primitive, sont, toutefois, encore disposées en séries rayonnantes séparées par des rayons cellulaires ligneux, dans lesquels on voit de nombreux Micrococques; ces microrganismes se distinguent aussi dans les parois communes aux vaisseaux, un peu plus transparentes que la portion qu'elles circonscrivent, remplie de la houille provenant des couches d'épaississement.

» Les rayons cellulaires sont de deux sortes : ceux qui séparent les coins ligneux, comme dans certains *Arthropitus,* composés en épaisseur de quatre à cinq rangées de cellules, et ceux, plus grêles, qui séparent les séries radiales des trachéides, ne comprenant que une à trois rangées de cellules;

celles-ci mesurent environ 85μ en hauteur et 20μ en largeur dans le sens radial, elles sont plus hautes que larges et rappellent encore la forme des cellules des rayons cellulaires des Calamodendrées.

» Les coins ligneux ont laissé, sur le moule argileux central de la tige, des sillons étroits alternant entre eux d'une articulation à l'autre.

» L'ensemble de ces caractères rapproche le bois des *Macrostachya* de celui des *Arthropitus,* dont la structure est bien connue, grâce aux nombreux échantillons conservés par la silice, recueillis aux environs d'Autun, de Saint-Étienne, etc. et qui ont montré que ces plantes ont possédé une zone cambiale ayant fonctionné pendant toute leur vie, comme cela se voit dans les Gymnospermes actuelles.

» Il était également d'une grande importance de déterminer la nature des fructifications spiciformes encore adhérentes au tronc des *Macrostachya* de Commentry.

» Des préparations faites dans des fragments de houille, détachés à la partie inférieure et à la partie supérieure de l'épi, nous ont permis de constater la présence de macrosporanges à la base et de microsporanges au sommet.

» L'enveloppe d'un macrosporange est formée de cellules à parois épaisses, plissées et engrenées; elle contient un grand nombre de macrospores aplaties en forme de disques, montrant nettement les trois lignes radiantes caractéristiques; leur diamètre est de 93μ à 95μ.

» Les microsporanges contiennent des microspores non encore séparées, et groupées en tétrades sphériques mesurant 36μ de diamètre; la microspore de forme tétraédrique atteint 17μ suivant sa plus grande dimension.

» La forme de ces tétrades est celle que nous avons constatée autrefois chez certains Astérophyllites et *Annularia* et toute différente de celle des corpuscules mâles que nous avons attribués aux *Arthropitus* et aux Calamodendrons. Chez ces plantes, en effet, la tétrade est formée par la réunion de quatre corps sphériques et non tétraédriques; chacun de ces corps est muni de deux enveloppes distinctes, exine et intine (?) Cette dernière enveloppe contient sept à huit cellules; la tétrade elle-même est entourée d'une membrane commune. La composition de ces corps est beaucoup plus complexe que celle des microspores des *Macrostachya,* laquelle ne diffère pas de celle des microspores ordinaires, tandis que chaque grain des corpuscules rappelle, par son organisation, celle des prépollinies des Gymnospermes houillères.

» Nous avons cru qu'il y avait un certain intérêt, malgré les difficultés

que présentait la réussite de préparations exécutées dans de la houille, à fixer la nature exacte des fructifications des *Macrostachya* et à présenter un exemple de plus de plantes anciennes ayant possédé du bois secondaire issu d'une assise génératrice permanente et s'étant reproduites au moyen de macrospores et de microspores, comme certaines de nos Cryptogames vasculaires actuelles. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le piétin ou maladie du pied chez le Blé.* Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Guignard.

« Le piétin ou maladie du pied du Blé a attiré, à plusieurs reprises, l'attention des agriculteurs par les ravages qu'il provoque. Déjà, en 1878, la Société nationale d'Agriculture de France, a ouvert une enquête sur ce sujet et, malgré de nombreuses consultations, la nature de la maladie est restée douteuse.

» Tout récemment, MM. Prillieux et Delacroix ont annoncé que l'*Ophiobolus graminis* est la cause de cette maladie; ils basent leur conviction sur la découverte des périthèces de cette espèce sur des chaumes de Blé atteints de piétin, lorsque ceux-ci sont conservés pendant l'hiver sur du sable humide. L'absence d'essais d'inoculation, permettant de faire apparaître à coup sûr le piétin sur des Blés contaminés avec des spores d'*Ophiobolus*, enlève toute certitude à la découverte intéressante de ces auteurs.

» En effet, grâce à l'obligeance de M. Brandin, j'ai pu examiner, au mois d'octobre dernier, dans les terres de Galande, des champs ravagés par le piétin et j'ai constaté, sur les chaumes que M. Brandin avait bien voulu laisser en place, qu'un certain nombre de champignons accompagnent l'espèce décrite par MM. Prillieux et Delacroix comme la cause de la maladie.

» A côté de nombreux périthèces d'*Ophiobolus graminis* Sac. développés principalement sur les gaines foliaires, très rarement sur le chaume ou les racines, j'ai rencontré, soit seul, soit associé à l'*Ophiobolus*, le *Leptosphæria herpotrichoides* de Not., dont les périthèces existent à la surface des chaumes dans l'espace laissé entre ceux-ci et la gaine qui les recouvre; sur d'autres pieds, parfois à une certaine distance de la région malade, j'ai trouvé en outre le *Pyrenophora trichostoma*, dont les périthèces, exclusivement développés sur les chaumes, ont mûri plus tard, dans le mois de novembre. Ces formes, bien déterminables, étaient associées à des formes imparfaites, telles que *Speira*, *Dictyosporium*, et à des formes indéterminées.

» Pour trancher la question du parasitisme de ces diverses espèces, j'ai réalisé des expériences de culture qui ont réussi avec deux espèces seulement, l'*Ophiobolus graminis* et le *Leptosphæria herpotrichoides;* les autres espèces n'ont pas donné de résultats, soit parce qu'elles sont saprophytes, soit parce que leur petit nombre n'a pas permis de renouveler les essais d'abord infructueux.

» J'ai employé le Blé de Bordeaux, variété envahie par le piétin à Galande, et j'ai disposé les plants, poussant en pots, en trois lots : le premier, ensemencé au mois d'octobre avec des spores d'*Ophiobolus;* le second ensemencé à la même date avec des spores de *Leptosphæria*, et le troisième servant de témoin; ces divers lots étaient arrosés fréquemment, de manière que la terre fût toujours un peu humide; en outre, des engrais solubles furent mélangés, de temps à autre, à l'eau d'arrosage.

» Au mois de janvier 1898, les plants du deuxième lot, contaminés par le *Leptosphæria*, étaient presque tous morts et les chaumes, grêles, entièrement couchés; un certain nombre d'entre eux présentaient des périthèces mûrs sur les gaines desséchées et à moitié désorganisées. Un nouveau lot de Blé fut semé dans la même terre, en présence des périthèces mûrs et, au mois de juin, tous les plants nouveaux étaient couchés et présentaient dans leur entrenœud inférieur la teinte brune caractéristique et la faible consistance des Blés à piétin. A la fin du mois de juin les fructifications du *Leptosphæria* firent de nouveau leur apparition en revêtant exactement les mêmes formes que celles qui avaient été récoltées en janvier dans les pots contaminés et, au mois d'octobre, sur les chaumes laissés en terre.

» Le premier lot de Blé, contaminé avec les spores d'*Ophiobolus,* a présenté un développement à peu près normal, le chaume est demeuré rigide, sauf pour un certain nombre de pieds desséchés de bonne heure; quelques pieds ont bien fructifié. Ces derniers, examinés dans le courant du mois de juillet, présentent à la surface de l'entrenœud inférieur des taches brunes ou noires, linéaires, parfois assez nombreuses pour couvrir toute la surface en lui communiquant une teinte brune; en outre, les gaines foliaires, en partie décomposées, renfermaient les périthèces en forme de cornue, caractéristiques de l'*Ophiobolus graminis;* sur certains pieds, les racines et les chaumes présentaient les mêmes périthèces à moitié immergés dans les tissus brunis et en partie mortifiés.

» Le troisième lot, composé des plants témoins, a présenté des pieds desséchés de bonne heure par une insolation active et d'autres qui ont accompli leur développement normal; dans aucun d'eux, on n'a pu observer les altérations des deux lots précédents.

» Il résulte de ces expériences deux conséquences importantes :

» 1° L'*Ophiobolus graminis* Sac. et le *Leptosphæria herpotrichoides* de Not. sont bien des parasites du Blé qui évoluent dans l'entrenœud ou les entrenœuds inférieurs, souvent même, comme l'*Ophiobolus,* dans les racines; ils sont capables, par les désordres qu'ils provoquent dans le chaume, d'abais-

ser le rendement d'une manière notable. La durée de l'évolution est plus courte chez le *Leptosphæria* que chez l'*Ophiobolus*, car, pour ce dernier parasite, elle peut atteindre la durée de la végétation du Blé d'hiver.

» 2° La rigidité des chaumes est inégalement influencée par ces parasites; tandis qu'elle est à peine modifiée par l'*Ophiobolus*, elle paraît au contraire toujours notablement affaiblie par le *Leptosphæria* et la torsion ou la courbure du chaume, conséquence de l'invasion, donne aux champs de Blé atteints l'aspect caractéristique qui a fait désigner la maladie sous le nom de *piétin;* dans ce cas, le rendement est diminué non seulement par la présence du parasite, mais encore par la torsion qui trouble la circulation des liquides nutritifs, qui diminue la surface insolée et expose les chaumes couchés à toutes les contaminations des parasites et des saprophytes des feuilles.

» Bien que les deux parasites étudiés soient fréquemment associés, les expériences que je viens d'indiquer tendent à montrer que, dans le piétin, l'influence nocive prépondérante est due au *Leptosphæria herpotrichoides*. »

M. **H. Roure** adresse une Note intitulée : « Intégration des fonctions irrationnelles ».

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er aout 1898.

Annuaire des marées des côtes de France pour l'an 1900, par M. Hatt, Ingénieur hydrographe de 1re classe, et M. Rollet de l'Isle, Sous-Ingénieur de 1re classe. Paris, Imprimerie nationale, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Hatt.)

Report of the commissioner of education for the year 1895-96. Vol. II. Washington, Government printing office, 1897; 1 vol. in-8°.

Missouri botanical garden. Ninth annual Report. Saint-Louis, Mo. : published by the Board of Trustees, 1898; 1 vol. in-8°.

The american ephemeris and nautical almanac for the year 1900. Washington, bureau of equipment, 1897; 1 vol. in-8°.

Iowa geological Survey. Volume II : *Annual report* 1896, with accompanying Papers. Des Moines, published for the Iowa geological Survey, 1897; 1 vol. in-8°.

Astronomical observations made at the observatory of Cambridge. T. XXIII. Cambridge, at the University press, 1898; 1 vol. in-4°.

Revista do Museu nacional do Rio de Janeiro. Vol. I. Rio de Janeiro, imprensa nacional, 1896; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 juillet 1898.)

Note de M. *Villard,* Sur la diffusion des rayons cathodiques :

Page 224, lignes 2 et 3, *au lieu de* ... qui prennent naissance en même temps a l'approche d'un aimant, qui, écartant ..., *lisez* ... qui prennent naissance en même temps : l'approche d'un aimant, écartant ....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AOUT 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

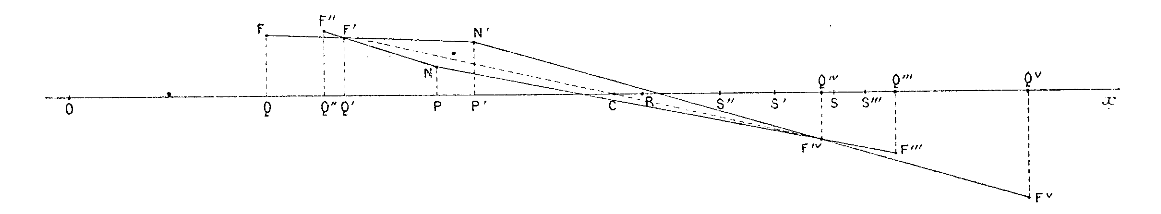
M. le **Président** informe l'Académie que, en raison de la fête de l'Assomption, la séance du lundi 15 août sera remise au mardi 16.

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie de la lunette zénithale.* Note de M. **Hatt**.

« Dans le but de répondre à quelques objections que m'avait présentées le P. Verschaffel, principal observateur d'Abbadia, au sujet de l'utilisation de la lunette zénithale que possède l'observatoire, pour la détermination de la latitude, j'ai été conduit à chercher une démonstration des propriétés de cet instrument dans les conditions les plus générales. Il m'a paru intéressant de faire connaître la solution obtenue, quoique très élémentaire,

car je n'ai pu jusqu'ici trouver d'exposé du problème de Porro dans les Traités usuels d'Astronomie et l'auteur s'est borné à des affirmations dans la Note insérée aux *Comptes rendus* du 14 mars 1853 (t. XXXVI, p. 482).

» Une lunette est fixée verticalement, objectif en haut, de manière à viser à travers le liquide contenu dans un vase à fond transparent disposé au-dessus de l'objectif; elle est munie d'un micromètre à fil mobile orienté dans le sens du mouvement diurne des étoiles et, par suite, perpendiculairement au méridien.



» Soit Ox une droite du plan focal, droite parallèle à la direction du méridien et passant par la projection horizontale C du centre de l'objectif sur le plan focal.

» On mène par le centre de l'objectif des parallèles à différentes directions toutes très voisines de la verticale : directions des normales aux deux faces supposées planes du fond de la cuvette, directions du rayon lumineux émanant d'un point du fil et successivement réfracté et réfléchi, sur la surface libre du liquide; direction du rayon lumineux émanant de l'astre, etc.

» Toutes ces droites viennent rencontrer le plan focal en des points qui se trouvent sensiblement sur une sphère décrite du centre de l'objectif et tangente en C au plan focal. Les droites joignant deux de ces points figurent sensiblement des arcs de grand cercle de cette sphère et leurs longueurs sont proportionnelles aux angles que font entre elles les deux directions considérées.

» N et N′ sont les points où le plan focal est rencontré par les parallèles aux normales aux faces supérieure et inférieure du fond de la cuvette; F un point du fil mobile. On désigne par n l'indice de réfraction du liquide, par n' celui du verre.

» Tous les angles considérés, étant très petits, peuvent être confondus avec leurs sinus. FN′ est la trace du plan d'incidence du rayon qui, sortant de l'objectif, tombe sur le fond de la cuvette; en menant du centre de l'objectif une parallèle au rayon réfracté dans le verre, elle rencontrera FN′

en un point F′ tel que $FN' = n' \times F'N'$. Si l'on mène les ordonnées FQ, F′Q′, N′P′, on aura aussi

$$QP' = n' \times Q'P'.$$

On joint de même NF′ et l'on prend sur le prolongement de cette droite un point F″ tel que $NF'' = NF' \times \frac{n'}{n}$; le point F″ est la trace de la droite menée par le centre de l'objectif parallèlement au rayon réfracté après son passage du verre dans l'eau; si l'on mène les ordonnées NP, F″Q″, il viendra encore

$$PQ'' = PQ' \times \frac{n'}{n}.$$

» Le rayon lumineux vient ensuite se réfléchir sur la surface supérieure du liquide et sa direction devient symétrique, par rapport à la verticale, de ce qu'elle était auparavant; la parallèle à cette nouvelle direction, menée par le centre de l'objectif, vient couper le plan de référence en un point F‴ symétrique de F″ par rapport à C; d'où

$$CQ''' = CQ''.$$

Le rayon réfléchi rencontre le verre sous un angle d'incidence proportionnel à la longueur NF‴ et le rayon réfracté dans le verre passe par un point F^{IV} tel que $NF^{IV} = NF''' \times \frac{n}{n'}$, d'où

$$PQ^{IV} = PQ''' \times \frac{n}{n'}.$$

Enfin la sortie du verre se fera par rapport à la normale N′ et l'on aura

$$N'F^{V} = N'F^{IV} \times n'.$$

» Le point F^{V} est l'image de F au retour du rayon dans le plan focal; le fil est perpendiculaire à Ox, direction du méridien; il est évident, par ce qui précède, que si l'on avait choisi tout autre point que F sur la perpendiculaire FQ à Ox, c'est-à-dire tout autre point du fil, l'image se fût formée sur $F^{V}Q^{V}$; en d'autres termes le fil est parallèle à son image.

» Les relations qui précèdent permettent de calculer la position de Q^{V} par rapport à Q. Désignant par a, a', c les abscisses des points P, P′, C par rapport à une origine O et par x et x' celles des points Q et Q^{V}, on obtiendra

$$\frac{x' + x}{2} = a' + n(c - a) - n'(a' - a).$$

» La demi-somme constante des abscisses du fil et de son image correspond au point fixe R sur lequel l'image vient se réunir au fil; le rayon lumineux émanant de R [1] reviendra sur lui-même après avoir suivi un chemin vertical à l'intérieur du liquide.

» L'expression de la distance CR proportionnelle à la déviation de ce rayon à la sortie du vase peut être mise sous la forme suivante :

$$CR = (n - 1)(c - a) - (n' - 1)(a' - a),$$

qui montre que la déviation est la différence de celles que l'on obtient en considérant : 1° pour la sortie de l'eau une incidence égale à l'angle de la normale à la face supérieure du fond avec la verticale et 2° pour la sortie du verre, une incidence égale à l'angle des normales aux deux faces. Ce fait s'explique sans peine par la possibilité, que donne la substitution des angles aux sinus, de fractionner les angles d'incidence et d'évaluer la déviation totale par la somme algébrique des déviations partielles ainsi obtenues.

» D'autre part, soit, conformément à ce qui précède, S le pied de la perpendiculaire abaissée sur Cx à partir du point obtenu en menant du centre de l'objectif jusqu'au plan focal une parallèle à la direction du rayon lumineux venu d'une étoile dont la distance au premier vertical sera proportionnelle à CS. Les points S', S'', S''' correspondront au rayon réfracté successivement dans le liquide, le verre et l'air; le dernier S''' est l'image de l'astre dans le plan focal. Ces points seront déterminés par les relations

$$CS' = \frac{CS}{n}, \qquad PS'' = \frac{PS' \times n}{n'}, \qquad P'S''' = P'S'' \times n'.$$

Si l'on appelle z la distance CS, on obtiendra aisément, pour l'abscisse de S''', l'expression

$$a' + (c - a)n - (a' - a)n' + z,$$

et, comme l'abscisse de R est égale à $a' + (c - a)n - (a' - a)n'$, la distance RS''' n'est autre que z.

---

(1) Il serait plus juste de dire que le rayon lumineux émane d'un point dont l'abscisse est OR et l'ordonnée $b' - nb - n'(b' - b)$, b et b' étant les ordonnées NP, N'P'. Mais on supposera, dans ce qui suit, que les rayons lumineux sont projetés sur le plan méridien; il n'y a pas d'inconvénient à le faire, car le pointé de l'étoile ne variera pas pendant son passage dans le champ de la lunette.

» En d'autres termes, on obtiendra la distance zénithale de l'étoile par la différence de son pointé au fil mobile avec celui du point R caractérisé par la coïncidence du fil avec son image; la règle est indépendante des directions des normales aux faces planes limitant le fond de la cuvette sous la réserve toutefois qu'elles ne s'écarteront que faiblement de celle de la verticale.

» La démonstration ainsi conduite paraît rigoureuse, mais il est difficile d'en saisir l'esprit. On pourrait la présenter plus simplement en disant que, si le fond de la cuvette était exactement parallèle à la surface libre du liquide, le rayon lumineux provenant de l'astre sortirait parallèlement à sa direction primitive; mais que, dans le cas contraire, pour tenir compte de l'inclinaison de la normale au fond du vase sur la verticale, il serait légitime, d'après une remarque faite ci-dessus, de fractionner l'incidence en deux parties, l'angle du rayon avec la verticale et l'angle de la verticale avec la normale. La déviation pour la première partie serait nulle comme il vient d'être dit; la déviation pour la seconde serait la même que celle du rayon vertical provenant du fil en coïncidence avec son image. D'où il résulte que, par rapport à cette direction, l'astre n'éprouve aucune déviation. »

PHYSIOLOGIE. — *Quelques points de la physiologie normale et pathologique du cœur, révélés par l'examen radioscopique;* par M. **Ch. Bouchard.**

« Dans une Note précédente (24 janvier 1898), j'ai démontré, par l'examen radioscopique, la dilatation des oreillettes du cœur pendant l'inspiration. Je puis en donner aujourd'hui la démonstration radiographique, grâce à un ingénieux appareil dû à M. le Dr Guilleminot ([1]).

» Je signalerai quelques faits de même ordre, que m'a révélés l'examen radioscopique.

» Si une personne capable d'exécuter, en vue d'une expérience physiologique, certains actes de la mécanique respiratoire, fait brusquement l'effort inspiratoire en même temps qu'elle contracte la glotte, exagérant ainsi les conditions physiologiques de l'appel de sang dans le thorax pendant la phase inspiratrice de la respiration, on constate alors, à un plus haut degré que dans la respiration normale, la dilatation des oreillettes.

» Cette expérience réalise la condition du thorax pendant la phase

---

([1]) Voir plus loin, à la Correspondance, p. 340.

inspiratrice de l'accès de coqueluche. J'ai attendu que l'observation me permît de vérifier la valeur de cette supposition. Sur un enfant atteint de cette maladie et que j'examinais à l'aide de l'écran fluorescent, j'ai pu assister à une quinte de coqueluche et j'ai vu, au moment de l'inspiration particulièrement laborieuse qui caractérise ce type de toux, une brusque et considérable ampliation du cœur qui semblait générale, mais dont la violence des mouvements convulsifs exécutés par l'enfant ne permettait pas de déterminer avec précision la prédominance suivant telle ou telle partie de l'organe.

» Dans deux cas d'hydropneumothorax, l'un à gauche, l'autre à droite, indépendamment de l'espace très lumineux correspondant à l'air, superposé à l'espace obscur correspondant au liquide, indépendamment de la mobilité et de l'horizontalité de la limite qui sépare ces deux espaces et qui marque la surface du liquide, indépendamment des mouvements d'élévation et d'abaissement de cette surface liquide pendant les mouvements respiratoires, j'ai constaté un mouvement continu de la surface liquide, une ondulation dont les vagues se produisent suivant un rythme isochrone aux battements du cœur, et cela également dans l'hydropneumothorax du côté droit et dans celui du côté gauche.

» A l'examen radioscopique du cœur chez les sujets sains, que l'examen se fasse par la face antérieure ou par la face postérieure, on constate pendant les inspirations profondes que le cœur semble ne pas suivre le diaphragme dans son mouvement d'abaissement et qu'une zone claire horizontale s'interpose entre l'ombre du cœur et l'ombre portée par le diaphragme et le foie, les deux ombres faisant immédiatement suite l'une à l'autre dans la respiration normale.

» L'adhérence absolue du feuillet pariétal du péricarde au diaphragme donne à ce phénomène une apparence paradoxale.

» Cependant on peut, je crois, l'expliquer. Pendant l'abaissement forcé du diaphragme, la face inférieure du cœur ne touche plus le diaphragme que sur une étendue restreinte, le péricarde dans les portions où il recouvre la face antérieure et la face postérieure se déprime et des deux côtés pénètre jusqu'à une certaine distance entre le cœur et le diaphragme, formant en avant et en arrière une gouttière horizontale dans laquelle pénètre à son tour le tissu pulmonaire.

» Les rayons de Röntgen n'ont plus alors à traverser à l'union du cœur et du diaphragme qu'une épaisseur de tissus opaques moindre qu'au-dessus où le cœur a toute son épaisseur, moindre qu'au-dessous où le foie a toute son épaisseur. Il en résulte que, entre les deux ombres obscures,

celle du cœur et celle du foie, il y a une ombre intermédiaire beaucoup moins obscure qui est la zone claire que je viens de signaler.

» Ayant eu l'occasion d'observer à l'écran fluorescent un thorax pendant un accès d'asthme, j'ai constaté la dilatation thoracique au maximum, le diaphragme restant abaissé autant que possible, et immobilisé dans une position presque horizontale. Dans ce cas, il ne m'a pas paru qu'il y eût dilatation ni du cœur, en général, ni des oreillettes, en particulier. La dilatation que j'ai signalée ne se produit que pendant le mouvement inspirateur, elle disparaît quand le thorax est immobilisé, même en état d'inspiration, pourvu que la glotte reste perméable. »

EMBRYOGÉNIE. — *L'embryon double des Diplosomidés et la tachygénèse;* par MM. **Edmond Perrier** et **Antoine Pizon**.

« On sait que la larve des *Diplosomidés* est formée de deux individus également développés, mais dont l'un, ventral par rapport à l'autre, est aussi orienté perpendiculairement à lui. L'individu dorsal est seul pourvu d'une vésicule sensorielle et d'une chorde dorsale. Chez les *Didemnum* et les *Leptoclinum,* qui sont des Synascidies très voisines des *Diplosoma,* la larve à l'éclosion ne représente au contraire qu'un seul individu; un autre se développe beaucoup plus tard après la fixation. Comme l'individu dorsal des *Diplosomidés* porte seul des papilles adhésives, une vésicule sensorielle et une chorde dorsale, il semble, *a priori,* correspondre à l'individu directement issu de l'œuf des *Didemnum*, qu'on peut appeler l'*oozoïde;* le second individu correspondrait alors au *blastozoïde,* ou individu formé par bourgeonnement; mais, sur ce point, des opinions variées ont été émises. Nous apportons ici des faits d'observation et des comparaisons qui permettent de faire rentrer dans la règle générale les phénomènes évolutifs, si particuliers en apparence, des *Diplosomidés*. Rappelons d'abord en quelques mots l'évolution de leur larve.

» La cavité entérique provenant de la segmentation de l'œuf a la forme d'un U qui enserre le vitellus dans sa concavité. La branche gauche de cet U s'étrangle progressivement en deux tronçons, dont le plus inférieur deviendra l'*intestin terminal* de l'individu ventral, tandis que l'autre formera l'*intestin terminal* de l'individu dorsal ou *oozoïde*. La branche droite de l'U primitif subit une évolution beaucoup plus complexe : elle se dédouble d'abord en deux sacs parallèles, le *sac branchial primitif*

et le *sac stomacal primitif*. Le premier de ces deux sacs s'étrangle progressivement dans la suite pour engendrer la *cavité branchiale* de l'individu ventral, celle de l'individu dorsal se constituant aux dépens de la partie médiane de la cavité entérique ; les deux cavités branchiales restent reliées très longtemps l'une à l'autre par un canal étroit.

» Le *sac stomacal primitif* s'étrangle lui aussi vers son milieu et ses deux parties deviennent respectivement l'estomac de l'individu dorsal et celui de l'individu ventral.

» Chacun de ces deux individus se constitue ensuite, par la soudure de ses trois tronçons primitifs, branchie, estomac et intestin terminal ([1]).

» Ces phénomènes évolutifs doivent-ils être regardés comme résultant d'un véritable dédoublement de l'embryon ou simplement d'un bourgeonnement très précoce?

» La première manière de voir, qui est celle de Salensky, se présente naturellement à l'esprit lorsqu'on ne tient compte que de la précocité de l'apparition de l'individu qui accompagne l'oozoïde et du fait de l'égal développement des deux individus issus de l'œuf au moment de l'éclosion, de leur persistance et du fait qu'ils bourgeonnent tous les deux pour accroître la colonie, alors que chez d'autres Tuniciers, les Pyrosomes et les Botryllidés, par exemple, l'oozoïde entre en régression avant même d'avoir conduit son premier bourgeon à maturité. L'absence de la *vésicule sensorielle* et de la *chorde dorsale* chez l'individu ventral, bien que favorable à l'hypothèse qu'il représente un blastozoïde, comme l'a bien fait remarquer Caullery ([2]), ne s'opposerait pas, d'une façon absolue, à l'interprétation de Salensky : il suffirait, pour la comprendre, que le dédoublement de l'embryon ne se fît pas en deux parties rigoureusement égales, et que l'une des moitiés fût privée des cellules primitives qui doivent respectivement évoluer en vésicule sensorielle et en chorde.

» Il résulte des nouvelles recherches de l'un de nous, complétant ses recherches antérieures ([3]), que le système nerveux de l'individu ventral n'apparaît nullement par dédoublement, même inégal; il se forme à une époque relativement tardive, alors que la vésicule sensorielle est déjà très

---

([1]) Salensky, *Entwickl. der Synascidien, Mittheil. zu Napel, Diplosoma*, 1894; *Didemnum*, 1895; et A. Pizon, *Embryogénie des Diplosomidés* (*Comptes rendus*, mars 1898, t. CXXVI).

([2]) Caullery, *Sur l'interprétation morphologique de la larve double des* Diplosoma (*Comptes rendus*, 25 novembre 1895, t. CXXI).

([3]) Antoine Pizon, *Embryogénie de la larve double des Diplosomidés* (*Comptes rendus*, 14 mars 1898, t. CXXVI).

nettement différenciée et que la cavité entérique primitive est déjà subdivisée en plusieurs compartiments. Il prend naissance tout entier par une prolifération des parois de ce dernier et s'en détache dans une direction perpendiculaire.

» Salensky, qui a vu également ces faits, ne leur a pas attribué l'importance qu'ils méritent, pas plus d'ailleurs qu'à la structure particulière des deux systèmes nerveux. Tandis que celui de l'individu dorsal est constitué, comme celui de toutes les larves d'Ascidies, par de grandes cellules ganglionnaires caractéristiques, celui de l'individu ventral est formé au contraire d'éléments de bien plus faibles dimensions, absolument identiques à ceux qui constituent le ganglion définitif des oozoïdes d'Ascidies, après la régression du système nerveux larvaire, ou absolument identiques encore aux éléments nerveux des individus d'une colonie âgée. De plus, le système nerveux de l'embryon dorsal régresse seul au moment de la fixation, tandis que celui du deuxième individu est définitif.

» Tout cela montre donc que ce second individu *possède un système nerveux qui est réellement de formation secondaire* et non le produit d'une division plus ou moins précoce de la masse nerveuse de l'embryon. Ce seul fait, nous l'avons vu, s'oppose à ce qu'on puisse le regarder comme autre chose qu'un blastozoïde, malgré les apparences fournies par la bipartition extrêmement précoce des diverticules de la cavité entérique primitive. Il n'est pas besoin, pour tirer cette conclusion, d'avoir recours, avec Caullery, à l'hypothèse ingénieuse *d'un échange de viscères* (tube digestif, cœur, etc.) *entre l'oozoïde et le second individu* (Caullery). La formation de l'individu qui accompagne l'oozoïde au moment de l'éclosion s'accomplit par des procédés beaucoup plus simples et qui ne sont qu'une modification légère de ceux qu'on observe chez les *Didemnum*, également étudiés par Salensky.

» La vésicule entodermique primitive des *Didemnum* et celle des *Diplosoma* ont, en effet, l'une et l'autre, la forme d'un fer à cheval; les branches du fer à cheval sont seulement verticales chez les *Didemnum*, dirigées en avant chez les *Diplosoma*. Dans les deux genres, la région moyenne de la vésicule entodermique devient le sac branchial de l'oozoïde; la vésicule entodermique des *Didemnum* produit, *en avant* de ses branches latérales, deux paires de diverticules latéraux; la première paire est destinée à former les sacs péribranchiaux, comme chez les autres Synascidies; la seconde paire formera les tubes épicardiques d'où se détachera, après leur réunion, la vésicule destinée à produire le sac branchial du blastozoïde

futur; des deux branches primitives du fer à cheval, qui représentent une troisième paire de diverticules latéraux, la droite donnera naissance à l'œsophage et à l'estomac de l'oozoïde, la gauche à son intestin terminal.

» Chez les *Diplosoma*, les branches latérales de la vésicule entodermique primitive correspondent d'emblée aux trois diverticules des *Didemnum*. Leur extrémité antérieure produira de même les sacs péribranchiaux, mais sur la branche droite naissent, en outre, deux diverticules latéraux. Le diverticule antérieur formera le sac branchial de l'individu ventral du blastozoïde; il correspond, en conséquence, par sa position et par sa fonction, au tube épicardique droit de l'oozoïde des *Didemnum;* la seule différence est que, au lieu de se souder à son symétrique et de constituer avec lui un sac épicardique et de produire ensuite le bourgeon qui donne naissance au sac branchial du blastozoïde, il donne d'emblée le sac branchial, ce qui oblige l'oozoïde à produire de nouveaux tubes épicardiques pour constituer son cœur et un nouveau bourgeon. Le diverticule postérieur correspond, par sa position, à la branche droite en fer à cheval des *Didemnum;* comme elle, il se transforme en sac stomacal ; mais, avant de subir cette transformation, il se divise, par un étranglement transversal, en deux parties dont l'une forme l'œsophage et l'estomac de l'oozoïde; l'autre, l'œsophage et l'estomac du blastozoïde; il y a ici formation simultanée, à l'aide d'une même ébauche, de deux parties qui, chez les *Didemnum*, se forment successivement, mais, dans ce genre, communiquent aussi, à un certain moment, l'une avec l'autre. La transformation précoce en sac branchial du blastozoïde du tube épicardique droit des *Diplosoma* entraîne l'avortement de son symétrique. La branche gauche de la vésicule entodermique s'étrangle bien en son milieu, comme si elle allait produire deux diverticules distincts, l'un correspondant au tube épicardique gauche, l'autre à l'intestin terminal de l'oozoïde des *Didemnum;* mais les deux parties séparées par l'étranglement se transforment directement de manière à donner : la première, l'intestin terminal de l'oozoïde; la deuxième, l'intestin terminal du blastozoïde, qui, chez les *Didemnum*, se forment successivement, mais entrent aussi, à un certain moment, en continuité l'une avec l'autre.

» Tout se borne donc, chez les *Diplosoma*, à la transformation directe de l'un des tubes épicardiques en sac branchial du blastozoïde, à l'avortement de son symétrique, et à la formation simultanée, par l'étranglement d'un même diverticule, de parties (l'œsophage de l'oozoïde et du blastozoïde, le rectum de l'oozoïde et du blastozoïde) qui se trouvent ainsi d'emblée en

communication l'une avec l'autre, tandis qu'elles ne se forment que successivement, mais entrent aussi secondairement en continuité chez les *Didemnum*. La formule la plus simple de la tachygénèse qui joue un rôle si évident dans le développement des Tuniciers relie donc intimement le développement des *Diplosoma* à celui des *Didemnum*. La tachygénèse, qui est l'élément modificateur fondamental de l'embryogénie, ne paraît d'ailleurs produire des résultats particulièrement étranges chez les Tuniciers que parce qu'elle porte sur des organismes hautement différenciés. »

BOTANIQUE. — *Du nombre et de la symétrie des faisceaux libéro-ligneux du pétiole dans la mesure de la gradation des espèces végétales;* par M. **Ad. Chatin**.

MONOCOTYLÉDONES.

« Les espèces de cet embranchement, moins nombreuses et moins diversifiées, au point de vue des présentes recherches, que les plantes dicotylédones, seront comprises dans une seule étude.

Un seul faisceau (1).

» *Alismacées.* — Potamogeton acutifolium, P. crispum, P. densum, P. graminifolium, P. trichoïdes.

» Zanichellia palustris.

» *Hydrocharidées.* — Anacharis chilensis, Halophila alata, Hydrilla najadifolia, H. ovalifolia, Udora verticillata, U. guianensis.

» *Najadées.* — Caulinia fragilis, Cymodocea æquorea, Najas major.

TROIS FAISCEAUX.

» *Alismacées.* — Alisma natans, Aponogeton distachyon, Baldellia ranunculoïdes, Damasonium vulgare, Hydrocleis Commersonii, Potamogeton fluitans, Scheuchuzeria palustris.

» *Hydrocharidées.* — Hydrocharis Morsus-Ranæ, Limnocharis Humboldtii.

» *Typhacées.* — Sparganium natans.

---

(1) Dans les Monocotylédones, l'unité de faisceau, bien loin d'être résultat de conjonctions, est conséquence de la structure dégradée de la tige, dont le système fibrovasculaire est réduit à un seul faisceau axile manquant même souvent de trachées ou n'en ayant que de transitoires.

CINQ FAISCEAUX.

» *Alismacées.* — Enhatus acoroïdes, Lilæa subulata, Potamogeton heterophyllum, P. natans, P. perfoliatum, Polygonatum multiflorum.

» *Dioscorées.* — Dioscorea sativa.

» *Hydrocharidées.* — Limnobium spongia.

» *Joncées.* — Vallisneria spiralis.

» *Liliacées.* — Asphodelus luteus.

» *Orchidées.* — Neottia nidus-avis.

SEPT FAISCEAUX.

» *Asparaginées.* — Polygonatum multiflorum.

» *Dioscorées.* — Dioscorea Batatas, Tamus communis (1).

» *Joncées.* — Luzula Forsteri.

» *Liliacées.* — Hemerocallis fulva, Lilium fulgens.

» *Orchidées.* — Orchis maculata, O. mascula, Platanthera chlorantha.

» *Pontédériacées.* — Pontederia cordata.

» *Smilacées.* — Smilacena racemosa, Smilax aspera, S. Mauritiana.

NEUF A ONZE FAISCEAUX.

» *Alismacées.* — Alisma Plantago, Butomus umbellatus, Curculigo recurvata, Dracæna australis, Ouvirandra fenestralis, Stratiotes aloïdes, Triglochin maritimum.

» *Asparaginées.* — Maianthemum bifolium.

» *Liliacées.* — Hemerocallis cœrulea, Lilium croceum, L. longiflorum, L. Martago, Tulipa silvestris.

» NARCISSÉES. — Narcissus Pseudo-Narcissus.

» ORCHIDÉES. — Cypripedium Calceolus, C. hirsutum, Epipactis latifolia, Liparis Lœselii, Orchis latifolia, O. purpurea, Serapias ensifolia.

NOMBREUX FAISCEAUX.

» *Aroïdés.* — Acorus Calamus, Arum italicum, A. violaceum, Aspidistra punctata, Caladium edule, C. violaceum, Calla palustris, Colocasia esculenta, Orontium japonicum, Philodendrum lacerum, Pothos violacea, Richardia œthiopica.

» *Broméliacées.* — Bromelia Ananas, B. thyrsoidea, Pitcairnia speciosa, Tillandsia bromellioides.

» *Cannacées.*—Alpinia Galanga, A. calcarata, Amomum Cardamomum, A. Grona-Paradisi, Canna indica, C. leucorhiza, Costus arabicus, Hedychium coronarium, Maranta bicolor, Musa ensata, M. paradisiaca, M. sapientium, Strelitzia reginæ.

» *Colchicacées.* — Colchicum autumnale, Veratrum album, V. nigrum.

---

(1) Les sept faisceaux du pétiole passent dans les sept nervures de la feuille palmatinerve.

» *Commelinées.* — Rapatea paludosa, Tradescantia virginiana.

» *Cypériacées.* — Carex hordeistychos, C. maxima, C. vulpina, Cladium Mariscus, Cyperus alternifolius, C. longus, C. Papyrus, Eriophorum gracile, E. polystachyum, Heleocharis palustris, Schœnus nigricans, Scirpus lacustris, S. maritimus, S. silvaticus.

» *Graminées* (1). — Agrostis vulgaris, Aira cœspitosa et A. flexuosa, Andropogon Ischœmum, Arundo Donax, Arrhenatherum elatus, Avena sativa, Brachypodium silvaticum, Briza media, Bromus erectus, B. sterilis, Calamagrostis Epigeios, Catabrosa aquatica, Coix Lacryma, Cynodon Dactylon, Cynosurus cristatus, Dactylis glomerata, Digitaria sanguinalis, Elymus arenarius, Erianthus Ravennæ, Festuca gigantea, Glyceria aquatica et G. fluitans, Gynerium argenteum, Hulcus lanatus et H. mollis, Hordeum vulgare, Kœleria cristata, Lagurus ovatus, Lolium perenne, Melica uniflora, Milium effusum, Molinia cœrulea, Oryza sativa, Phalaris arundinacea, Phleum pratense, Poa nemoralis, P. pratensis, Phragmites communis, Saccharum officinarum, Secale cereale, Sesleria cœrulea, Setaria viridis, Sorghum saccharatum, Stipa pennata, Triticum sativum, Zea Maïs.

» *Hypoxidées.* — Hypoxis cœrulescens, H. erecta.

» *Iridées.* — Crocus sativus, Gladiolus Psittacinus, Iris germanica, I. fimbriata, I. florentina, Sizyrinchium cœruleum.

» *Joncées.* — Flagellaria indica, Juncus acutifolius, J. glaucus, J. lamprocarpus.

» *Liliacées.* — Allium Ampeloprasum, A. sativum, A. ursinum, Aloe soccotrina, A. verrucosa, Asphodelus luteus, Aspidistra punctata, Dianella cœrulea, Cordyline stricta, Eucomis punctata, Funkia ovata, Hemerocallis flava, H. fulva, Hyacinthus romanus.

» Lilium candidum, L. croceum, Muscari comosum, Phalangium Liliago, P. ramosum, Phormium tenax, Polygonatum multiflorum, Scilla maritima, Tritoma Uvaria, Tulipa Gessneriana, Yucca gloriosa.

» *Narcissées.* — Agapanthus umbellatus, Amaryllis Belladona, A. discolor, Clivia nobilis, Crinum capense, Furcroya australis, Galanthus nivalia, Hæmanthus cercineus, Leucoium æstivum, Narcissus incomparabilis, N. odorus, N. poeticus, Pancratium illyricum, Pitcairnia bromellioïdes, P. latifolia, Polyanthes tuberosa.

» *Orchidées.* — Aceras anthropofera, Cypripedium barbatum, Dendrobium aureum, Gymnadenia Conopsea, G. odoratissima, Limodorum abortivum, Vanilla aromatica, V. suaveolens.

» *Palmiers.* — Chamœrops humilis, Phœnix dactylifera.

» *Pontédériacées.* — Pontederia cordata, P. crassipes.

» *Typhacées.* — Sparganium ramosum, Typha angustifolia, T. latifolia.

» Comme il était facile de le prévoir, mes recherches sur les faisceaux du pétiole mettent au compte des Monocotylédones un nouveau caractère d'infériorité par rapport aux Dicotylédones.

» Pas une seule Monocotylédone ne présente ce pétiole unitaire résul-

---

(1) La multiplicité des faisceaux, très commune chez les Monocotylédones, se montre ici au plus haut point.

tant de la conjonction de plusieurs faisceaux, lequel, attribut général des Corolliflores, se retrouve, à des degrés divers, dans toutes les autres classes de Dicotylédones.

» Il existe bien, dans certaines Monocotylédones aquatiques submergées, un seul faisceau pétiolaire; mais ce faisceau, jamais résultat de conjonction, est simple émanation du cordon libéro-ligneux central, souvent non vasculaire ou à vascularisation transitoire de tiges non moins dégradées en Physiologie qu'en Anatomie, qui ne sont elles-mêmes que signes d'infériorité organique.

» Du reste, tiges à simple faisceau libéro-ligneux central, pétioles à unique faisceau en émanant, rares chez les Dicotylédones (*Ceratophyllum, Myriophyllum*), existent dans bon nombre de Monocotylédones (*Anacharis, Halophylla, Hydrilla, Udora, Zanichellia, Caulinia, Cymodocea, Najas* et divers *Potamogeton*) submergées, à l'exclusion des espèces flottantes (*Potamogeton natans, Nymphœa alba, Alisma natans*), même congénères.

» C'est ainsi que les Monocotylédones présentent ce double caractère de dégradation : tige à faisceau unique souvent même dépourvu de vaisseaux, pétiole unitaire non résultat de conjonction, conséquence de l'organisation de la tige.

» Le pétiole unitaire par conjugaison qu'on a vu commandant la nervation pennée faisant défaut chez les Monocotylédones, on comprend que celles-ci n'offrent pas ce mode de nervation.

» Cependant les Traités de Botanique descriptive admettent cette nervation dans le Dattier et autres Palmiers du même type; mais il y a là simple apparence de rapports avec les Dicotylédones, où la nervation pennée est œuvre de disjonction succédant toujours à œuvre de conjonction, tandis que dans les Palmiers cette sorte de nervation serait le résultat d'une véritable *partition*. Les Lataniers à feuilles *flabellées* mettent sur la voie de la formation de celles, d'apparence pennée, du Dattier.

» Dans les premières, les feuilles, à nervation palmée, se déchirent entre chacun des faisceaux qui restent au contraire réunis dans les secondes; alors de la grosse et complexe nervure centrale, résultat de l'accolement des faisceaux, ceux-ci se détachent successivement, par déchirure, pour former des sortes de pennes, ayant pour origine des partitions sans rapports d'origine avec les disjonctions qui forment les pennes des feuilles des Dicotylédones.

» En dehors de la fausse nervation pennée des Palmiers, les Monocotylédones présentent deux principaux modes de nervation en rapport d'ailleurs avec le nombre des faisceaux du pétiole (ou de la gaine).

» Dans l'un de ces modes de nervation, si commun chez les Monocotylédones qu'il en est comme l'attribut, les nervures sont parallèles (Cypéracées, Graminées) ou tout au moins convergentes après un certain écart dans leur région moyenne (beaucoup d'Orchidées et de Liliacées). En ce dernier cas, la feuille est dite *curvinerve*.

» La nervation parallèle implique des faisceaux pétiolaires en nombre indéfini.

» Dans l'autre type de nervation, celle-ci affecte une disposition bâtarde tenant des modes palmés et palmés-pédalés; on l'observe dans les Smilacées, les Dioscorées, quelques Asparaginées, Aroïdées, etc.

» Cette nervation, assez rare dans les Monocotylédones, implique des faisceaux en nombre limité (cinq à sept le plus souvent). On peut dire qu'elle est un attribut des Monocotylédones supérieures (pétalées ou à feuilles peu engainantes) ayant par là un contact avec les Dicotylédones.

» C'est un contact de tout autre ordre qui a lieu entre les Monocotylédones et quelques Dicotylédones à nervation parallèle (*Bupleurum*, *Ranunculus gramineus*, *etc.*), des groupes les plus inférieurs (Ombellifères et Renonculacées), aux faisceaux multiples et aux feuilles engainantes plutôt multipartites que multilobées.

» Au point où sont arrivées les présentes recherches, la symétrie des faisceaux dans le pétiole peut être considérée d'un point de vue général, embrassant à la fois Dicotylédones et Monocotylédones.

» Trois cas sont à considérer : *Type unitaire ; type plurifasculaire limité ; type plurifasculaire illimité*.

» *Type unitaire*. — Le faisceau unique, formé par la conjonction de plusieurs faisceaux, affecte généralement, dans sa coupe transversale, la forme d'un fer à cheval ou segment de cercle, lequel peut se fermer quand le pétiole, quittant sa forme initiale en gouttière, vient à s'arrondir (*Citrus*, *Hypophae*).

» Inutile de dire qu'il ne peut être question ici que des Dicotylédones, où il est surtout commun chez les Corolliflores et partie des Gamopérigynes, le type unitaire par conjonction faisant défaut aux Monocotylédones.

» *Type plurifasculaire limité*. — Fort répandu chez les Dicotylédones, autres que les Corolliflores et les Gamopérigynes du groupe des Rubiacées-Caprifoliacées, ce type se retrouve chez les Monocotylédones supérieures (Asparaginées, Dioscorées et Smilacées notamment).

» Les faisceaux à nombre limité sont le plus souvent ordonnés sur un seul segment de cercle, parfois sur deux segments, dont l'inférieur compte généralement plus de faisceaux que le supérieur; parmi les rares excep-

tions, on peut citer le *Butomus* et le *Butomopsis* qui ont, le premier six faisceaux au segment supérieur et trois à l'inférieur, le second trois faisceaux en bas et cinq en haut.

» La règle est que les faisceaux soient en nombre impair; on vient de voir une exception dans le *Butomus;* je citerai aussi un *Oxalis* à quatre folioles répondant à quatre faisceaux du pétiole.

» Le faisceau central ou axile des pétioles plurifasculaires à nombre limité est d'ordinaire plus gros, mais de même forme (arrondie) que les latéraux. Cependant, ce faisceau moyen s'élargit parfois de façon à offrir la coupe en segment de cercle, du faisceau unitaire (*Alyssum, Barbarea*). Parfois, tous les faisceaux s'élargissent ainsi, comme tendant à se réunir, ne laissant entre eux que de petits intervalles, sortes de trous de Botal qui disparaîtront bientôt dans le limbe de la feuille, où leur conjonction se complète (*Ptelea, Staphylea*).

» *Type plurifasculaire indéfini.* — A ce type qui comprend, avec la plupart des Monocotylédones, les Ombellifères et beaucoup de Renonculacées aux pétioles engainants, se rattachent des espèces à feuilles ou très grandes (*Clavija, Theophrasta,* Beta, *Cochlearia Armoracia, Lepidium latifolium, Magnolia macrophylla*), ou palmatinerves (*Vitis, Passiflora, Ricinus, Rheum, Cucurbita*).

» Lorsque les faisceaux sont multiples, leur nombre peut varier, soit par dédoublement, soit par soudures.

» Les faisceaux multiples se rattachent généralement aux dispositions suivantes : ou ils se superposent en arcs de cercle; ou ils s'ordonnent en cercles, tantôt simples, tantôt multiples et alors concentriques; ou ils sont, les externes en cercle, les internes épars, ou enfin ils apparaissent dispersés dans toute l'épaisseur du pétiole.

» Ils sont ordonnés sur deux arcs de cercle, dont l'un plus incomplet, dans les *Sarracenia, Acorus, Stratiotes, Laphospermum, Molospermum, Pontederia crassipes;* sur trois arcs dans les *Arum italicum, Cyperus Papyrus, Saxifraga ornata.*

» Ils forment un cercle dans l'*Acanthus*, le *Passiflora,* la plupart des Monocotylédones herbacées; deux cercles dans l'*Arundo Donax* et le *Sparganium ramosum;* sept à huit cercles dans l'*Yucca* où ils marquent le passage aux faisceaux multiples disposés confusément dans toute l'épaisseur du pétiole (*Clavija, Theophrasta, Imperatoria, Opoponax, Thapsia, Aloe, Agave*), beaucoup d'autres grandes Ombellifères et Monocotylédones.

» En somme, charpente de l'édifice foliaire, les faisceaux affectent les dispositions qui assurent le mieux sa stabilité, soit qu'ils se disposent en

arcs de cercle dans les pétioles en gouttières, ou en cercles dans les pétioles arrondis, ou en cercles avec étais centraux de renforcement pour les feuilles de très grand développement.

» Mais je m'arrête dans ce long exposé et examen des faits.

» Ce qui doit être surtout retenu, c'est que les faisceaux de la feuille tendent à la conjonction (que suivra, comme conséquence, la disjonction pennée), ce qui se réalisera à des degrés et à des moments divers en suivant la mesure de la perfection organique, dont elle est l'un des facteurs, quand ne s'y opposent pas des états anatomiques ou biologiques spéciaux.

» Aussi voit-on la conjonction s'opérer progressivement : de l'extrême base des pétioles vers leur milieu et leur sommet, dans la nervure dorsale du limbe des feuilles simples; et pour les feuilles composées, du pétiole commun aux pétiolules et à la nervure dorsale des folioles. »

BOTANIQUE. — *Expériences sur la production des caractères alpins des plantes, par l'alternance des températures extrêmes* (1). Note de M. **Gaston Bonnier.**

« Les influences du milieu physique extérieur qui peuvent provoquer les caractères des plantes alpines ou des plantes communes croissant dans les régions élevées des montagnes ont été étudiées en détail par les physiologistes, à l'exception d'une seule qui est peut-être la plus importante : l'influence de la température.

» Je me suis proposé d'étudier cette action et de chercher s'il est possible de provoquer artificiellement chez une plante de plaine, maintenue à l'altitude inférieure des environs de Paris, un certain nombre des caractères des plantes alpines. J'ai réussi, en moins de deux mois, à l'aide d'alternances de températures, à obtenir des végétaux ayant presque complètement l'aspect de ceux de même espèce que l'on rencontre à l'état naturel dans les altitudes élevées des montagnes.

» Je ne décrirai, dans cette Note, que les modifications de forme extérieures.

» Mes expériences ont été faites avec des plantes recueillies à Fontainebleau. Les plantes vivaces, divisées en parties aussi semblables que possible, et provenant du même pied, appartenaient aux espèces suivantes :

(1) Ces expériences ont été faites au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Trèfle (*Trifolium repens*), Germandrée (*Teucrium Scorodonia*), Jacobée (*Senecio Jacobœa*); ce sont des espèces qui tolèrent des altitudes assez grandes et que l'on peut trouver dans les montagnes jusqu'à plus de 2000^{m}.

» Les plantes annuelles, semées avec des graines récoltées sur le même plant, étaient choisies parmi celles que l'on peut cultiver à des altitudes assez grandes : Vesce (*Vicia sativa*), Avoine (*Avena sativa*), Orge (*Hordeum vulgare*).

» 1° *Dispositif des expériences.* — Avec ces espèces, il a été constitué quatre lots, les plantes d'une même espèce provenant du même pied d'origine.

» Les plantes du lot n° 1 étaient placées dans une étuve dont une face était vitrée et tournée vers le nord, ne recevant que de la lumière diffuse; cette étuve, à doubles parois, était entourée de glace fondante sur trois de ses faces, la glace étant renouvelée deux fois par jour. Les températures extrêmes de cette étuve étaient 4° et 9°; la moyenne de 7°. Les valeurs extrêmes de l'état hygrométrique étaient 80 et 96; la moyenne 90.

» Les plantes du lot n° 2 ont été placées dehors, exposées aux variations normales de la température de Fontainebleau, dans un endroit découvert. La terre des pots était maintenue humide comme pour les plantes du lot précédent. Les températures extrêmes étaient le plus souvent 15° et 30°, rarement 10° et 35°; la moyenne 20°. Les valeurs extrêmes de l'état hygrométrique étaient 64 et 91; la moyenne 83.

» Les plantes du lot n° 3 étaient placées alternativement dans l'étuve à glace fondante (la nuit, de 7^{h} du soir à 6^{h} du matin) dans les mêmes conditions que celles du lot n° 1, et dehors (le jour, de 6^{h} du matin à 7^{h} du soir) dans les mêmes conditions que celles du lot n° 2. Ces plantes subissaient donc tous les jours des alternances de températures de 4° à 35° (ou au moins de 4° à 20°). La terre des pots était maintenue humide comme dans les lots précédents.

» Enfin les plantes du lot n° 4, pour certaines comparaisons à établir, étaient placées dans une étuve identique à l'étuve à glace fondante, mais la glace y était remplacée par de l'eau. La température moyenne était de 16° dans cette étuve et l'état hygrométrique moyen était égal à 90.

» 2° *Comparaison des trois premiers lots.* — Les cultures ayant été disposées le 3 juin 1898 présentaient déjà des différences très frappantes le 1er août suivant.

» Toutes les plantes du lot n° 3, c'est-à-dire celles qui étaient la nuit

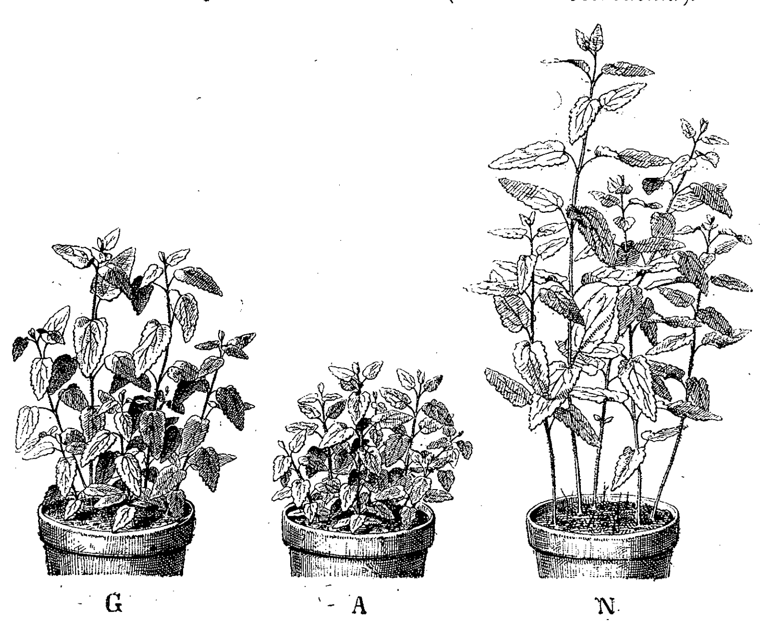
dans l'étuve à glace fondante et le jour au soleil, étaient de plus petite taille que les plantes du lot n° 1 qui étaient toujours restées dans l'étuve à glace fondante et bien plus petites encore que les plantes du lot n° 2 qui étaient restées toujours dehors, la nuit à une température plus chaude (en moyenne 14°) et le jour au soleil.

» De plus, les plantes du lot n° 3, soumises à l'alternance diurne de températures extrêmes, avaient les tiges robustes, les entre nœuds proportionnellement plus courts, les feuilles plus petites, plus épaisses et plus fermes, et (pour celles qui ont fleuri) la floraison plus hâtive, ce qui, en y joignant leur petite taille, constitue autant de caractères des plantes alpines.

» Les plantes de ces cultures ressemblent tout à fait à celles des mêmes espèces qu'on trouve naturellement à 1600^m ou 1800^m d'altitude dans les prés découverts des Alpes ou des Pyrénées.

» Les figures suivantes, qui se rapportent à la Germandrée, feront saisir la différence d'aspect que présentent les trois lots de plantes, au bout du même temps.

Cultures comparées de Germandrée (Teucrium Scorodonia).



G, culture constamment maintenue dans l'étuve à glace fondante;
A, culture placée la nuit dans l'étuve à glace fondante et le jour au soleil;
N, culture dans les conditions normales de température des environs de Paris.

» La culture A (la nuit dans l'étuve à glace fondante et le jour au soleil)

produit des plantes plus petites, plus trapues, à entre nœuds plus courts que la culture N (conditions normales de Fontainebleau) et même que la culture G (toujours maintenue dans l'étuve à glace fondante).

» Je donne d'ailleurs, dans le Tableau suivant, quelques-unes des mesures prises le 1er août sur les échantillons des diverses cultures et montrant les différences de taille :

		Plantes mises en expérience le 3 juin 1898.		
	Mesures faites le 1er août 1898.	Lot n° 1. Étuve à glace fondante. cm	Lot n° 2. Conditions normales de Fontainebleau. cm	Lot n° 3. La nuit, dans l'étuve à glace et le jour au soleil. cm
Germandrée (*Teucrium Scorodonia*)	Hauteur moyenne de la plante....	24	42	10
	Longueur d'un entre-nœud moyen.	5,5	5,6	2,2
Jacobée (*Senecio Jacobæa*).	Longueur des feuilles les plus grandes de la base............	13,5	19	7
Trèfle (*Trifolium repens*).	Longueur des feuilles les plus grandes......................	17	30	10
Avoine (*Avena sativa*).	Hauteur moyenne de la plante....	35	62	14
	Largeur des feuilles moyennes....	0,8	1,0	0,5
Vesce (*Vicia sativa*).	Hauteur moyenne de la plante....	38	85	15
	Longueur d'un entre-nœud moyen.	4,8	6,2	3

» C'est bien l'exposition successive au froid extrême pendant la nuit et au soleil pendant le jour qui provoque le nanisme alpin des végétaux, puisque ceux qui sont soumis à ces températures successives sont plus petits que ceux qui restent toujours à basse température (4° à 9°) et plus petits aussi que ceux qui restent toujours dehors, à la température ordinaire de l'été, en plaine.

» Or, les conditions d'alternance de température réalisées dans les cultures du lot n° 3 sont celles qui se rapprochent le plus des conditions naturelles auxquelles sont soumises les plantes dans la région alpine. Les végétaux s'y trouvent, en effet, à très basse température pendant la nuit et exposées à un chaud soleil pendant le jour.

» Cette alternance de températures extrêmes est donc l'un des facteurs les plus importants déterminant les caractères alpins chez les plantes, ainsi que les expériences précédentes le démontrent.

» 3° *Comparaison avec les plantes du quatrième lot.* — Les plantes du lot n° 4 étaient soumises exactement aux mêmes conditions d'éclairement que celles qui étaient dans l'étuve à glace fondante, au même état hygrométrique aussi, mais à une température moyenne de 10° supérieure, et de 4°

inférieure à la température moyenne des plantes laissées au dehors.

» Si l'on compare le développement de ces plantes de l'étuve à eau à celui des plantes de l'étuve à glace fondante, on voit qu'il est plus grand, et qu'il se rapproche beaucoup du développement des plantes laissées au climat naturel de Fontainebleau.

» Je puis citer les mesures suivantes, faites le 1er août sur les plantes du lot n° 4 (étuve à eau) et que l'on peut rapprocher des mesures que j'ai citées plus haut :

Plantes mises en expérience le 3 juin 1898; mesures faites le 1er août 1898.		Lot n° 4. Étuve à eau. Température moyenne : 16°.
		cm
Germandrée (*Teucrium Scorodonia*).	Hauteur moyenne de la plante.....	38
	Longueur d'un entre nœud moyen ..	5,5
Jacobée (*Senecio Jacobœa*).	Longueur des plus grandes feuilles de la base....................	15
Trèfle (*Trifolium repens*).	Longueur des feuilles les plus grandes......................	30
Avoine (*Avena sativa*).	Hauteur moyenne de la plante......	50
	Largeur d'une feuille moyenne.....	0,9
Vesce (*Vicia sativa*).	Hauteur moyenne de la plante	80
	Longueur d'un entre nœud moyen ..	6

» On voit que ces chiffres se rapprochent beaucoup de ceux de la seconde colonne du Tableau précédent, c'est-à-dire que l'aspect de ces plantes est analogue à celui des plantes de même espèce laissées aux conditions naturelles des environs de Paris.

» Cette comparaison démontre que la température joue le plus grand rôle dans le développement, et que la question de savoir si la plante est restée à la lumière diffuse ou à la lumière solaire directe est relativement secondaire, ainsi que cela résulte aussi des expériences de M. le professeur Wiesner, dont les résultats ont paru cette année dans les *Comptes rendus* (1).

» L'état des plantes du lot n° 4 (étuve à eau) montre aussi que les variations de l'état hygrométrique ont été sans grande influence dans les expériences précédentes, puisque, maintenues dans un air d'état hygrométrique moyen égal à 90 (comme dans l'étuve à glace fondante), ces plantes

(1) Wiesner, *Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1287; 1898).

présentent à peu de chose près la même apparence que celles du lot n° 2, à un état hygrométrique moyen de 83.

» Enfin, il faut ajouter, si l'on compare tous les lots entre eux, que parmi les plantes qui ont fleuri (*Lepidium, Avena, Trifolium*), celles dont la floraison était la plus précoce appartenaient aux cultures du lot n° 2, c'est-à-dire aux exemplaires qui étaient soumis aux plus grandes alternances de température.

» Les lignes suivantes résument les résultats des expériences précédentes :

» *On compare des plantes de même espèce, provenant du même pied, les premières maintenues continuellement à très basse température* (4° *à* 9°), *les secondes laissées aux variations normales de température des environs de Paris, les troisièmes placées à très basse température pendant la nuit et au soleil pendant le jour. Ces dernières, soumises à des alternances de température extrêmes, ont une taille plus petite que celles des deux premiers lots, des entre nœuds proportionnellement plus courts, des feuilles plus petites, plus épaisses, plus fermes, une floraison plus rapide.*

» *Il est donc possible de provoquer artificiellement ces caractères des plantes alpines chez des végétaux maintenus en plaine, en leur faisant subir une alternance diurne de température comparable à celle qui se produit dans les régions élevées des montagnes.* »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'obtention des cultures du bacille de Koch les plus propices à l'étude du phénomène de l'agglutination par le sérum sanguin des tuberculeux.* Note de MM. S. **Arloing** et **Paul Courmont.**

« I. Pour bien savoir tous les détails du phénomène de l'agglutination du bacille de Koch par le sérum sanguin des tuberculeux, il faut opérer, comme l'un de nous l'a fait connaître (Congrès de Médecine interne de Montpellier, 13 avril 1898, et *Comptes rendus,* 16 mai 1898), sur des émulsions bien homogènes de ce bacille. Ces dernières peuvent être fournies par certaines cultures en milieu liquide.

» Ferran avait obtenu des cultures homogènes où les bacilles étaient indépendants les uns des autres ou accolés en très petit nombre, au cours de recherches ayant pour but d'établir les aptitudes saprophytiques du

bacille de la tuberculose. Il croyait devoir ces cultures à l'assuétude du bacille à un bouillon débarrassé graduellement, de génération en génération, de la glycérine et de la glycose.

» De son côté, et sans connaître la technique de Ferran, Arloing a obtenu, par d'autres procédés, des cultures homogènes sur lesquelles il a fait une série de réactions agglutinantes (*Comptes rendus*, 9 et 16 mai 1898).

» Mais il ne suffit pas de posséder des émulsions homogènes des bacilles de Koch, par la culture en milieu liquide; il faut encore, opérant en vue des applications, étudier les moyens et les conditions qui donneront les cultures les plus propres à bien montrer le pouvoir agglutinant du sérum sanguin des tuberculeux. Suivant le milieu de culture, l'âge des cultures, etc., la réaction agglutinante peut être plus ou moins nette et, conséquemment, plus ou moins concluante.

» II. Le milieu liquide le plus convenable à l'obtention des cultures cherchées est le bouillon de bœuf ou de veau, peptoné à 1 pour 100, et glycériné à 6 pour 100, attendu qu'il donne une végétation abondante et des cultures riches en substance agglutinable.

» III. Nous avons étudié l'influence que la glycérine et la peptone peuvent exercer, en supprimant ces corps ou en faisant varier leur proportion dans les bouillons.

» La suppression de la glycérine constitue le bouillon à l'état de milieu dysgénésique. Notre bacille, sortant d'un bouillon glycériné, a donné parfois cependant d'emblée dans ce milieu une végétation notable, à condition d'ensemencer abondamment, sans qu'il soit nécessaire de l'accoutumer graduellement à des bouillons de moins en moins glycérinés. Comme Ferran, nous avons observé que les bacilles deviennent un peu plus longs en l'absence de la glycérine.

» IV. Mais le bouillon simple ne favorise pas la formation de la matière agglutinée. Quelle que soit la richesse bacillaire de ces cultures, l'agglutination s'y fait parfois d'une manière défectueuse.

» V. Ajoutée au bouillon peptoné, la glycérine est donc eugénésique. Son action est favorable à la végétation du bacille de Koch jusqu'à la proportion de 30 pour 100; au-dessus de ce rapport, elle devient dysgénésique. Dans un bouillon contenant 38 pour 100 de glycérine, la culture est aussi médiocre que dans un milieu non glycériné.

» Il nous a semblé que la proportion de glycérine la plus eugénésique est comprise entre 2 et 12 pour 100. Quant à la proportion la plus convenable au développement de la substance agglutinable, elle est comprise

entre 2 et 8 pour 100. Dans une culture à 6 ou 8 pour 100 de glycérine, un sérum manifeste un pouvoir agglutinant deux fois plus grand que dans une culture à 2 pour 100.

» Tout bien considéré, nous ne changerons rien à une formule devenue classique et nous regardons 6 pour 100 de glycérine comme la proportion la plus convenable à l'évolution des cultures destinées à la réaction agglutinante.

» VI. La peptone est indispensable à une bonne végétation. Dans un bouillon glycériné, mais privé de peptone, la culture n'est pas plus riche au bout de huit à dix jours que dans un bouillon peptoné au bout de trois jours seulement.

» VII. Le bouillon que nous avons choisi doit être stérilisé, par une exposition aussi brève que possible à la température de 110°. Chauffé longtemps et à une température plus élevée, il perd une partie de ses avantages.

» VIII. L'homogénéité est obtenue par l'agitation fréquente des cultures. Comme c'est une des qualités essentielles des cultures destinées à la réaction agglutinante, nous nous sommes préoccupés de la conserver au maximum. Or, nous avons vu que les ballons à fond plat, de forme cylindrique, sont, à ce point de vue, très supérieurs aux ballons sphéroïdaux. Dans ces derniers, un voile monte facilement vers la surface du bouillon, en suivant les parois. Lorsqu'on le divise par l'agitation, c'est toujours au détriment de l'homogénéité; tandis que, dans les ballons cylindroïdes, le dépôt reste plus adhérent au fond et laisse longtemps au-dessus de lui une couche épaisse de culture uniformément trouble.

» IX. Enfin, il n'est pas indifférent d'employer des cultures d'un âge quelconque, attendu que l'âge influe sur la clarification des cultures agglutinées, sinon sur l'agglutination proprement dite. Les cultures riches, âgées de huit à douze jours, nous ont paru les plus favorables à la réaction agglutinante. Lorsqu'elles datent de plus de quinze jours, la clarification est difficile à obtenir d'une façon complète avec la même dose de sérum, à moins qu'il ne s'agisse d'un sérum particulièrement agglutinant.

» Nous inclinons à penser que, dans un grand nombre de cultures, la substance agglutinable augmente jusqu'au quinzième jour environ et diminue ensuite graduellement ou bien perd une partie de ses propriétés.

» X. Si les sérums ont un pouvoir agglutinant faible ou moyen, il vaut mieux les faire agir sur des cultures paucibacillaires, par conséquent sur des cultures faites en bouillon un peu dysgénésique.

» XI. En résumé, si l'on observe la technique et les précautions que nous venons d'indiquer, on se procurera des cultures du bacille de la tuberculose, propices à l'étude du phénomène de l'agglutination. »

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE. — *Sur la déformation infiniment petite d'un ellipsoïde élastique.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**, présentée par M. Sarrau.

« Les cas dans lesquels on a résolu effectivement le problème de la déformation infiniment petite d'un corps élastique sont en très petit nombre. En poursuivant l'application des idées que nous avons indiquées dans notre Communication du 12 avril dernier, nous avons pu réussir à en traiter plusieurs qui tiennent depuis longtemps en échec les géomètres. Nous ferons connaître bientôt, d'une manière complète, ces résultats nouveaux; pour le moment, afin de ne pas trop nous écarter de nos Communications précédentes, nous considérerons seulement le cas de l'ellipsoïde à trois axes inégaux.

» Supposons, pour fixer les idées, qu'on se propose de trouver trois fonctions u, v, w remplissant les conditions de continuité fondamentales à l'égard du domaine constitué par un ellipsoïde à trois axes inégaux, prenant des valeurs données sur la frontière

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}-1=0$$

de cet ellipsoïde, et satisfaisant aux équations

$$\Delta_2 u+\xi\frac{\partial\theta}{\partial x}=0,\qquad \Delta_2 v+\xi\frac{\partial\theta}{\partial y}=0,\qquad \Delta_2 w+\xi\frac{\partial\theta}{\partial z}=0.$$

» Au point de vue où nous nous sommes placés, la principale difficulté du problème consiste dans la détermination *effective* d'une série de nombres k_i, tous différents de -1, et à chacun desquels on peut associer au moins un système de trois fonctions U_i, V_i, W_i s'annulant à la frontière et vérifiant les équations

$$(1)\qquad \Delta_2 U_i+k_i\frac{\partial\Theta_i}{\partial x}=0,\qquad \Delta_2 V_i+k_i\frac{\partial\Theta_i}{\partial y}=0,\qquad \Delta_2 W_i+k_i\frac{\partial\Theta_i}{\partial z}=0.$$

Il nous suffira, par conséquent, de donner la solution de cette dernière

question. Or cette solution est des plus simples et peut être présentée synthétiquement sous la forme suivante :

» Les fonctions U_i, V_i, W_i que nous cherchons sont ici trois polynomes entiers en x, y, z, de degré au moins égal à deux, et égaux respectivement aux produits de

$$\Omega = \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} - 1$$

par trois nouveaux polynomes entiers U'_i, V'_i, W'_i. Si l'on exprime que trois tels polynomes U_i, V_i, W_i vérifient les équations (1), on trouve, pour déterminer les coefficients de U'_i, V'_i, W'_i, un système d'équations linéaires et homogènes, dont le nombre est évidemment égal à celui de ces coefficients; en annulant le déterminant de ce système, on a, pour déterminer le nombre correspondant k_i qui figure dans les équations (1), une équation algébrique entière; cette équation admet généralement la racine -1, comme on devait s'y attendre, et ses autres racines sont réelles et distinctes. On parvient facilement à cette conclusion, qu'il existe trois systèmes de polynomes du deuxième degré, cinq systèmes de polynomes du troisième degré et, en général, $2n+1$ systèmes de polynomes de degré $n+1$ satisfaisant aux conditions indiquées plus haut.

» Les trois systèmes de polynomes du deuxième degré sont donnés respectivement par les trois systèmes de formules

$$\begin{array}{lll} U = A\Omega, & V = 0, & W = 0, \\ U = 0, & V = B\Omega, & W = 0, \\ U = 0, & V = 0, & W = C\Omega, \end{array}$$

où A, B, C sont des constantes arbitraires; les trois valeurs correspondantes de k sont respectivement

$$-\frac{\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2}}{\frac{1}{a^2}}, \qquad -\frac{\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2}}{\frac{1}{b^2}}, \qquad -\frac{\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2}}{\frac{1}{c^2}}.$$

» Les cinq systèmes de polynomes du troisième degré sont déterminés de la façon suivante : deux des valeurs de k sont les racines de l'équation du second degré

$$\frac{\frac{1}{a^2}\left(\frac{3}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2}\right)}{\frac{2k}{a^2}+\frac{3}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2}} + \frac{\frac{1}{b^2}\left(\frac{1}{a^2}+\frac{3}{b^2}+\frac{1}{c^2}\right)}{\frac{2k}{b^2}+\frac{1}{a^2}+\frac{3}{b^2}+\frac{1}{c^2}} + \frac{\frac{1}{c^2}\left(\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{3}{c^2}\right)}{\frac{2k}{c^2}+\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{3}{c^2}} = 0,$$

et les deux systèmes de polynomes correspondants s'obtiennent en substituant ces valeurs de k dans les formules

$$U = A\frac{\Omega\frac{x}{a^2}}{\frac{2k}{a^2}+\frac{3}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2}},\qquad V = A\frac{\Omega\frac{y}{b^2}}{\frac{2k}{b^2}+\frac{1}{a^2}+\frac{3}{b^2}+\frac{1}{c^2}},$$

$$W = A\frac{\Omega\frac{z}{c^2}}{\frac{2k}{c^2}+\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{3}{c^2}}.$$

» Les trois autres systèmes sont définis par les formules

$$U = A\frac{\Omega y}{\frac{1}{a^2}+\frac{3}{b^2}+\frac{1}{c^2}},\qquad V = A\frac{\Omega x}{\frac{3}{a^2}+\frac{1}{b^2}-\frac{1}{c^2}},\qquad W = 0$$

et deux analogues obtenues par permutation circulaire; les valeurs de k correspondantes sont données par trois formules telles que la suivante

$$\frac{1}{k} = -\frac{\frac{1}{a^2}}{\frac{1}{a^2}+\frac{3}{b^2}+\frac{1}{c^2}} - \frac{\frac{1}{b^2}}{\frac{3}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2}}.$$

» Les considérations précédentes peuvent, comme dans le cas de la sphère, recevoir une autre forme. L'expression Θ_i nous donne, pour les différentes valeurs de i, des polynomes satisfaisant à l'équation de Laplace et vérifiant l'équation fonctionnelle

$$4\pi\Theta_i(x,y,z) = k_i\int\int\int\left(\frac{\partial G}{\partial x}\frac{\partial\Theta_i}{\partial x'}+\frac{\partial G}{\partial y}\frac{\partial\Theta_i}{\partial y'}+\frac{\partial G}{\partial z}\frac{\partial\Theta_i}{\partial z'}\right)dx'\,dy'\,dz',$$

où G est la fonction de Green; ces polynomes, qui vérifient les relations

$$\int\int\int\Theta_i\Theta_j\,dx\,dy\,dz = 0 \qquad (i \neq j)$$

et jouissent ainsi, à l'égard de l'ellipsoïde, des propriétés que nous avons signalées pour les polynomes sphériques à l'égard de la sphère, présentent le lien le plus étroit avec les polynomes de Lamé.

» Le problème de la déformation infiniment petite d'un ellipsoïde élastique se résout de la même manière quand on prend d'autres données à la frontière; si l'on se donne, par exemple, les efforts à la surface, tout revient encore, en effet, à déterminer les fonctions U_i, V_i, W_i et la con-

stante k_i, de façon à vérifier les équations (1) et à annuler les efforts à la frontière. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons cathodiques* simples. Note de M. **E. Goldstein**.

« Dans les *Comptes rendus* du 9 mai 1898, M. Deslandres a donné une réponse à mes remarques sur les rayons cathodiques, contenues dans les *Comptes rendus* du 25 avril.

» Quant à deux des phénomènes mentionnés dans ma Note, M. Deslandres reconnaît la priorité de ma publication (1). Mais M. Deslandres ajoute que le second de ces faits, c'est-à-dire l'imperméabilité des corps solides pour la répulsion cathodique, n'est peut-être pas aussi général que moi et lui-même le pensions tout d'abord. Cependant l'expérience qu'il cite à cet égard ne permet pas, dans mon opinion, des doutes sérieux contre mon assertion. M. Deslandres fait tomber un faisceau de rayons cathodiques sur un tube de verre entourant la partie supérieure du fil cathodique. Il observe alors une déviation partielle du faisceau ou, pour préciser davantage, il observe une partie intense non déviée et une partie moins brillante, qui est nettement repoussée. D'après mon opinion, cette répulsion n'est pas produite par le fil cathodique lui-même, agissant à travers le tube qui entoure le fil, mais elle s'explique assez simplement par le fait que le tube de verre se charge et se décharge périodiquement, produisant en conséquence comme cathode périodique la répulsion en question et fonctionnant dans les instants intermédiaires comme simple objet d'ombre.

» M. Deslandres me reproche de l'avoir cité incomplètement. Il avait dit : « Le rayon dévié par une capacité s'étale dans le sens perpendi-» culaire à la déviation, et d'autant plus que le rayon est plus dévié. » Les derniers mots « et d'autant plus, etc. » avaient été omis de ma part, parce qu'ils me semblaient contenir un détail secondaire, d'ailleurs trouvé et publié antérieurement par moi-même. Comme M. Deslandres

(1) Il est vrai que mon Mémoire : *Sur une nouvelle forme de répulsion électrique*, contenant les résultats en question, n'a pas paru dans les périodiques, mais comme Livre séparé. Cependant plusieurs journaux et revues scientifiques en ont donné des extraits assez détaillés (voir : *Beiblätter der Physik*, t. IV, p. 822-839; 1880; *Fortschritte der Physik*, t. XXXVI, p. 870-884; *N. Cimento*, 3e série, t. X, p. 143-153; *Phil. Mag.*, 5e série, t. XI, p. 479-483, etc.).

y revient et déclare ce passage essentiel, il faut maintenant compléter ma réclamation.

» Dans mon Livre cité ci-dessus (p. 86-91) j'ai décrit en détail ce phénomène, qu'un faisceau repoussé s'étale perpendiculairement à la déviation; mais, en outre (p. 85), qu'un rayon est dévié d'autant plus qu'il est plus voisin de la cathode repoussante; et encore (p. 87, § 3), qu'il s'étale d'autant plus qu'il est plus voisin de cette cathode. Ces assertions sont identiques au théorème de M. Deslandres, que le rayon s'étale d'autant plus qu'il est plus dévié (1).

» Mais M. Deslandres n'admet pas cette identité en raison de sa distinction entre « rayons simples » et « rayons ordinaires » (ou « con» fondus »). D'après son opinion, ce serait seulement aux derniers que se rapportent mes recherches, tandis que les rayons simples font l'objet des siennes. Il me semble que cette distinction est arbitraire et sans fondement objectif. D'abord, entre les modalités d'après lesquelles s'étalent, d'une part, les rayons simples de M. Deslandres et, d'autre part, les rayons cathodiques ordinaires, on n'observe aucune différence; on trouve, chez les uns comme chez les autres, les sept propriétés de la manière de s'étaler que j'ai décrites dans mon Livre cité. Y a-t-il, après tout, sous un autre point de vue, une différence réelle entre les rayons « simples » de M. Deslandres et les rayons ordinaires observés par moi? On parle aujourd'hui d'une « dispersion » et d'un « spectre » dont les composantes seraient les rayons simples de M. Deslandres. Je crois qu'il y a là des analogismes non suffisamment justifiés.

» On sait, depuis les premières recherches sur l'appareil de Ruhmkorff, que sa décharge dure un temps appréciable, et que la force électromotrice ou la différence de potentiel de ses pôles n'est pas constante pendant la durée de la décharge. De plus, on sait que des variations assez brusques de la force électromotrice du circuit induit correspondent à de petites irrégularités de fonctionnement de l'interrupteur. En somme, les rayons cathodiques produits avec un appareil Ruhmkorff appartiendront souvent, avec le même degré de raréfaction du tube, à des potentiels très différents.

» D'autre part, d'après les recherches de plusieurs physiciens, surtout de M. Kaufmann (2), la déviation magnétique d'un rayon cathodique dé-

---

(1) La *fig.* 33 de mon Livre cité donne dans la partie inférieure une représentation du phénomène.

(2) Kaufmann, *Annalen der Physik*, t. LXI.

pend uniquement du potentiel auquel le rayon est produit et varie en raison inverse de la racine carrée de ce potentiel. De même, d'après MM. Kaufmann et Aschkinass ([1]), la répulsion d'un rayon cathodique par une autre cathode est en proportion du potentiel même de cette cathode. Donc les variations mentionnées du potentiel, dans la décharge de l'appareil de Ruhmkorff, auront pour effet que les rayons qui se succèdent pendant une décharge seront inégalement déviés soit par l'aimant, soit par une autre cathode, et par suite un faisceau de rayons cathodiques se divisera apparemment en une série de *rayons simples*. Mais il faut bien remarquer qu'on n'a pas produit, de cette manière, une division réelle du faisceau en rayons plus simples. On n'y observe que les différences des déviations subies par des groupes de rayons émanés à différents instants sous l'action de potentiels différents, observation comparable à celle de la réflexion par un miroir tournant, que personne ne considère comme une réflexion dispersive. Un *spectre* de rayons ne se produirait que si l'on pouvait résoudre en radiations plus élémentaires des radiations *coexistantes* à un même instant. Il serait bien intéressant de pouvoir résoudre de cette façon un rayon cathodique, mais on ne peut pas espérer y parvenir par la méthode de la déviation magnétique; car, d'après le résultat cité de M. Kaufmann, il serait, pour cela, indispensable que des potentiels différents pussent exister simultanément en un même point de la cathode, ce qui est inadmissible.

» Ainsi les observations que M. Deslandres lui-même a publiées ([2]), sur les circonstances qui influent sur le nombre des rayons simples provenant de la division d'un faisceau, sont en plein accord avec l'explication que je viens de donner de la soi-disant dispersion des rayons cathodiques. M. Deslandres, en attribuant les rayons simples à des oscillations, veut réduire les divisions différentes des faisceaux à un nombre différent d'oscillations dans des circonstances différentes. Mais il me semble que ses observations s'expliquent mieux par l'existence ou l'absence et le nombre de potentiels différents, dans les différentes conditions de décharge. La meilleure confirmation de ma manière de voir me paraît être l'observation de M. Kaufmann ([3]), à savoir que la pluralité des rayons différemment déviés est remplacée par un rayon unique, si l'on substitue à l'appareil

---

([1]) Kaufmann et Aschkinass, *Ann. der Physik*, Bd. 62.
([2]) Deslandres, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 8; 1897.
([3]) Kaufmann, *Annalen der Physik*, t. LXI, p. 544.

Ruhmkorff une machine de Holtz, qui, en tournant à vitesse constante, ne permet pas de variations de potentiel.

» On pourrait éviter d'attribuer aux oscillations électriques un rôle trop grand dans les phénomènes des rayons cathodiques, en observant que ces rayons sont aussi produits par les décharges des piles constantes ([1]).

» Enfin, il me faut dire quelques mots sur la remarque de M. Deslandres, qu'il n'a pas écrit un passage que j'ai cité. Il s'agit du passage suivant : « Cette hypothèse explique bien la force répulsive émanée du Soleil, etc. » (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678) ». Ayant en vue ce passage, j'avais dit, dans ma Note, que M. Deslandres admet que l'action répulsive des rayons cathodiques « explique bien la force répulsive, etc. », et j'avais renfermé entre guillemets seulement les mots que M. Deslandres a écrits littéralement, mais en substituant aux mots « cette hypothèse » les mots par lesquels je croyais rendre assez fidèlement l'essentiel de l'hypothèse en question. Maintenant que M. Deslandres, dans sa dernière Note, a précisé la force répulsive du Soleil « comme due simplement à la répulsion bien connue que le rayon cathodique primaire exerce sur le corps qu'il frappe (Crookes) ... », il va sans dire que je dois accepter l'interprétation donnée par M. Deslandres. J'ai donc seulement à constater qu'il n'explique point comme moi la répulsion des queues des comètes par la déflexion cathodique, mais par une autre espèce de répulsion, exercée sur les molécules pondérables.

» De mon côté, dans le Chapitre IV de mon Livre cité ci-dessus (p. 169-189) et dans deux Mémoires insérés dans les *Annalen der Physik*, t. XI et t. XII, j'ai essayé de démontrer que les phénomènes des rayons cathodiques ne peuvent être expliqués par une répulsion exercée sur les molécules pondérables. »

OPTIQUE. — *Sur la superposition de deux couples stéréoscopiques.* Note de MM. **T. Marie** et **H. Ribaut**, présentée par M. Bouchard.

« Dans une Note précédente, nous avons montré les différents avantages de la Stéréoscopie de précision. En réalité, un artifice permet une véritable mensuration.

([1]) Dans un travail qui vient de paraître, M. von Geitter (*Annalen der Physik*, t. LXV) explique les divisions des faisceaux déviés comme produites par des rayons successifs, mais il attribue cette succession à des oscillations des décharges.

» Supposons le corps stéréo-radiographié traversé par une série de fils opaques, également espacés et disposés dans trois directions rectangulaires. L'image de ces trois fils se reconstituera dans l'espace en même temps que celle de l'objet, et les différents points de ce dernier seront repérés. La distance de deux points pourra être évaluée avec le degré de précision que comporte la distance de deux fils consécutifs.

» La réalisation exacte de cette idée est évidemment impossible; mais nous pouvons faire successivement l'image des corps et celle des fils; il suffira de superposer d'une façon convenable ces deux couples, pour que la vision stéréoscopique en fasse un tout.

» En réalité, remplacer dans une deuxième opération radiographique l'objet par un système de fils de même épaisseur, ce n'est là qu'un cas particulier du problème général suivant :

» *Étant donnés deux objets* A *et* B, *quelles sont les conditions dans lesquelles devront être réalisés leurs couples stéréoscopiques pour que, ces derniers étant examinés simultanément à la même distance, l'objet* A *se reconstitue dans l'objet* B *et en occupe toute la profondeur?*

» Nous supposerons le couple A examiné correctement.

» Le couple B est examiné à la même distance que le couple A. Sa ligne d'horizon principale devra être simplement parallèle à celle de A, sans qu'il soit nécessaire de les superposer. En effet, sans le parallélisme des deux lignes, il n'y aurait reconstitution que pour l'un des couples. Le défaut de superposition introduit simplement des déformations d'angles dans B reconstitué; sa profondeur et sa distance restent les mêmes, qu'il y ait coïncidence ou non. Les points principaux devront être placés réellement ou virtuellement, de telle sorte que leur distance soit égale à celle des yeux de l'observateur, la modification de cette distance faisant changer d'une façon compliquée la profondeur et la distance de l'objet reconstitué.

» Désignons de la manière suivante les conditions des couples :

Couple A.	Couple B.	
P_1	P_2	profondeur de l'objet (distance entre le premier et le dernier plan de front);
D_1	D_2	distance du premier plan de front de l'objet aux points de vue;
Δ_1	Δ_2	écartement des deux points de vue;
F_1	F_2	longueur principale (distance du plan du Tableau aux points de vue).

» Soient p_{F_1}, d_{F_1} la profondeur et la distance de l'objet reconstitué A lorsque son couple est examiné à la distance F_1;

» p'_{F_2}, d'_{F_2} la profondeur et la distance de l'objet reconstitué B correspondant à la distance correcte d'examen F_2.

» p'_{F_1}, d'_{F_1} correspondront à un examen de B fait à la distance F_1.

» Nous voulons avoir

$$p_{F_1} = p'_{F_1} \qquad \text{et} \qquad d_{F_1} = d'_{F_1}.$$

» Or, pour une même perspective stéréoscopique d'un objet, la profondeur et la distance de cet objet reconstitué sont proportionnelles à la distance, dans l'examen, de la perspective aux yeux. De telle sorte que l'on a

$$\frac{p'_{F_1}}{p'_{F_2}} = \frac{F_1}{F_2} \qquad \text{et} \qquad \frac{d'_{F_1}}{d'_{F_2}} = \frac{F_1}{F_2}.$$

» Les conditions deviennent donc

$$\text{(I)} \qquad p_{F_1} = p'_{F_2}\frac{F_1}{F_2}, \qquad d_{F_1} = d'_{F_2}\frac{F_1}{F_2}.$$

» Nous pouvons appliquer au calcul de p_{F_1}, d_{F_1}, p'_{F_2}, d'_{F_2} la relation fondamentale de la stéréoscopie

$$\frac{P}{p} = \frac{D}{d} = \frac{\Delta}{\delta} \text{ (1)}.$$

» Cette relation devient, dans notre cas particulier

Pour A................ $\dfrac{P_1}{p_{F_1}} = \dfrac{D_1}{d_{F_1}} = \dfrac{\Delta_1}{\delta}$

Pour B................ $\dfrac{P_2}{p'_{F_2}} = \dfrac{D_2}{d'_{F_2}} = \dfrac{\Delta_2}{\delta}$;

d'où l'on tire

$$p_{F_1} = \frac{P_1\delta}{\Delta_1}, \qquad p'_{F_2} = \frac{P_2\delta}{\Delta_2}, \qquad d_{F_1} = \frac{D_1\delta}{\Delta_1}, \qquad d'_{F_2} = \frac{D_2\delta}{\Delta_2};$$

portant ces valeurs dans les relations (I), on obtient

$$\text{(II)} \qquad \frac{P_1}{P_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{\Delta_1 F_1}{\Delta_2 F_2}.$$

» Telles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que A se reconstitue dans B et en occupe toute la profondeur.

» L'examen des égalités (II) nous montre qu'à un système B correspond une infinité de systèmes A et réciproquement, puisque l'on a deux équations et trois variables : P_1, D_1, Δ_1. En d'autres termes, étant donnés un couple B fait dans les conditions P_2, D_2, Δ_2, F_2 et examiné à la distance F_1, et un objet A de profondeur P_1, on pourra toujours trouver une valeur de D_1 et de Δ_1, telles que les relations (II) soient satisfaites,

(1) Les lettres contenues dans cette formule désignent les quantités indiquées plus haut au sujet des couples A et B, mais avec une signification générale. — δ représente la distance entre eux des yeux de l'observateur.

c'est-à-dire que A et B se reconstituent au même endroit et soient de même profondeur.

» Ces valeurs de D_1 et Δ_1 se tireront facilement de (II); on aura

$$D_1 = \frac{P_1 D_2}{P_2}, \qquad \Delta_1 = \frac{P_1 \Delta_2 F_2}{P_2 F_1}.$$

» Mais, étant donnée une valeur de P, il existe entre D et Δ une relation imposant un maximum à Δ ou un minimum à D, et donnant aussi la condition d'optimum du relief. C'est

$$\Delta_{\text{max.}} = \frac{D(D+P)}{50P}.$$

» Est-il possible, tout en satisfaisant aux relations (II), de rester dans les conditions du maximum de Δ_1? Il est facile de voir que cela est possible en résolvant le système des trois équations formé par les équations (II) et la précédente.

» On trouve ainsi qu'il devra exister entre F_1, F_2, D_2, Δ_2, P_2 la relation

$$F_1 = \frac{50 F_2 P_2 \Delta_2}{D_2(D_2+P_2)},$$

d'après laquelle on voit que F_1 dépend des valeurs du système B et est indépendant des valeurs du système A.

» La valeur de Δ_1 devient

$$\Delta_1 = \frac{P_1 D_2 (D_2+P_2)}{50 P_2^2},$$

c'est-à-dire proportionnelle à P_1.

» La conséquence pratique de ces considérations générales est que, B étant l'objet de mesure, A l'objet à mesurer, un seul couple de B pourra servir à mesurer un objet A de profondeur quelconque, pourvu que le couple de ce dernier soit fait d'après les conditions :

$$\Delta_1 = \frac{P_1 D_2 (D_2+P_2)}{50 P_2^2}, \qquad F_1 = \frac{50 F_2 P_2 \Delta_2}{D_2(D_2+P_2)}, \qquad D_1 = \frac{P_1 D_2}{P_2}.$$

» De plus, on se trouvera pour A dans des conditions de maximum d'intensité du relief. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde glyoxal-monopyrocatéchine.* Note de M. Ch. Moureu.

« Il résulte de la dernière Note que j'ai eu l'honneur de communiquer [1] que l'aldéhyde glyoxal-monopyrocatéchine $C^6H^4\langle{}^{(1)O}_{(2)O}\rangle CH - CHO$ doit

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 276.

nécessairement constituer le premier produit intermédiaire de l'hydrolyse de l'éthane-dipyrocatéchine (glyoxal-dipyrocatéchine)

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O(1)\\O(2)\end{matrix}\right\rangle CH - CH\left\langle\begin{matrix}O(1)\\O(2)\end{matrix}\right\rangle C^6H^4;$$

dès lors, cette aldéhyde, hydrolysée directement, doit fournir, comme l'éthane-dipyrocatéchine elle-même, l'acide orthoxyphénoxyacétique

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OH(1)\\O - CH^2 - CO^2H(2)\end{matrix}\right. .$$

» Je me propose d'établir aujourd'hui l'exactitude de cette conclusion.

» Dans un Mémoire paru récemment ([1]), M. Julius Hesse a montré que le composé $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}(1)O\\(2)O\end{matrix}\right\rangle CH - CH\left\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right.$, provenant de l'action du dichloracétal $CHCl^2 - CH\left\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right.$ sur la pyrocatéchine disodée, fournit, par hydratation à l'aide de l'acide sulfurique étendu, une substance répondant à la formule brute $C^8H^8O^4$. Celle-ci fond à 131°, est soluble dans les alcalis, facilement soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool et l'éther, très peu soluble dans le benzène; en outre, elle colore en bleu intense le chlorure ferrique. M. Hesse représente ce corps par une formule de constitution d'après laquelle il l'envisage comme un dérivé trihydroxylé de la coumarone.

» Si l'on se reporte à la Note précédente ([2]), on verra que les caractères de l'acide orthoxy-phénoxyacétique, $C^8H^8O^4$, sont précisément ceux du corps de M. Hesse : même point de fusion, même coloration avec le chlorure ferrique, mêmes solubilités, etc. J'ajouterai que les constantes cristallographiques coïncident très sensiblement, ainsi qu'il résulte de déterminations que M. P. Freundler, sur ma demande, a bien voulu faire comparativement.

	Produit de M. Hesse. Moyennes.	Acide orthoxy-phénoxy-acétique. Moyennes.
po_1	68°38'	68°49'
mp	76,32	77,35
mo_1	82,10	82,30
mm	55, 4	54,51

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 276.
([2]) *Berichte der deutsch. Chem. Gesellsch.* 1898, p. 598.

» Il est donc certain que le corps de M. Hesse est identique avec l'acide orthoxy-phénoxyacétique.

» Ce résultat démontre la proposition énoncée ci-dessus, relativement à l'hydratation de l'aldéhyde glyoxal-monopyrocatéchine

$$C^6H^4\langle{}^{O}_{O}\rangle CH - CHO;$$

il justifie, en outre, l'explication donnée antérieurement (¹) du mécanisme de l'hydrolyse de l'éthane-dipyrocatéchine. Si l'aldéhyde glyoxal-monopyrocatéchine, en effet, n'a pu être isolée ni par M. Hesse, ni par moi, il est évident qu'elle marque la première phase de l'hydratation du composé $C^6H^4\langle{}^{O}_{O}\rangle CH - CH\langle{}^{OC^2H^5}_{OC^2H^5}$, lequel n'est autre que l'acétal diéthylique correspondant, et que, par suite, les produits de l'hydrolyse finale des deux composés doivent être identiques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de l'oxygène sur la levure de bière.* Note de M. **Jean Effront** (Extrait).

« Nous avons observé dans la levure de bière, réduite en de petits fragments et exposée à l'air, une absorption d'oxygène, accompagnée d'une élévation considérable de température.

» Pour mettre cette propriété des *Saccharomyces* en évidence, il suffit de réduire la levure pressée en petits fragments et de l'étaler en couches d'une hauteur de 12^{cm} à 15^{cm}.

» En opérant avec 500^{gr} de levure et à la température de 20°, nous avons constaté les élévations de température suivantes :

Durée.	Température centigrade.
Au début	20°
Après 20 minutes	23
» 40 »	27
» 60 »	29
» 80 »	30
» 120 »	38

» En opérant sur 2^{kg} de levure étalée en couches de 37^{cm}, nous avons constaté, après trois heures, une élévation de température de 36°.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 276.

» Cette levure qui accusait donc, au début de l'opération, une température de 20°, marquait, après trois heures, 56° C.

» Parallèlement à l'élévation de température, on constate une absorption d'oxygène très énergique, ainsi qu'un dégagement d'acide carbonique.

» On peut mettre en évidence cette propriété, par un moyen qui peut permettre même de déceler la présence de l'oxygène dans un mélange de gaz inertes.

» Un ballon d'une capacité de 200^{cc} et muni de trois tubulures est rempli avec 75^{gr} de levure et une certaine quantité de pierre ponce.

» Les deux substances sont introduites dans le ballon et disposées en couches superposées, une couche de levure alternant avec une couche de pierre ponce.

» Lorsque le ballon est rempli, on place dans la tubulure du milieu un thermomètre et l'on ferme les deux autres tubulures.

» L'appareil est laissé en repos, jusqu'au moment où la levure prend la température ambiante. A ce moment, on établit une communication entre les tubulures et le réservoir contenant le gaz à analyser.

» Ce gaz doit passer très lentement et de bas en haut à travers les couches de levure.

» La présence d'oxygène dans le gaz se manifeste par une élévation sensible de la température dans le flacon.

» Les autres gaz : acide carbonique, hydrogène, azote, sont sans influence sur l'élévation de la température....

» L'oxydation des levures est due à la présence, dans les cellules, d'un enzyme oxydant dont nous comptons faire l'objet d'une Communication ultérieure. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude sur l'acide phosphorique dissous par les eaux du sol.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Dans les recherches que j'ai entreprises sur l'acide phosphorique des dissolutions imbibant les terres végétales (¹), je me suis d'abord procuré ces dissolutions en les extrayant par déplacement; c'est là un procédé parfois extrêmement précieux; mais, pour les essais que je projette maintenant, il n'est pas très pratique. On peut lui en substituer un autre, bien

(¹) Voir *Comptes rendus*, 25 juillet 1898.

plus commode et plus rapide, dans lequel on n'obtient plus les dissolutions mêmes que renferment les terres, mais on en prépare de semblables sous le rapport du titre en acide phosphorique. Il consiste essentiellement à agiter une quantité relativement faible de terre avec de l'eau, dans des conditions qui vont être précisées.

» On prévoit que, pour une terre donnée, la quantité d'acide phosphorique dissous pourra dépendre de la durée et de l'intensité de l'agitation, des proportions d'eau et de terre, et peut-être de la nature de l'eau. L'étude méthodique de ces divers points m'a conduit aux résultats suivants.

» Une agitation de dix heures est plus que suffisante pour que la terre et l'eau mises en présence arrivent à l'équilibre dans le partage de l'acide phosphorique. Il vaut mieux ne pas dépasser cette durée; autrement, il se trouve que l'usure des éléments frottant les uns contre les autres entraîne (je l'ai vérifié par des expériences spéciales) une légère exagération du taux d'acide phosphorique cherché, sans doute parce qu'elle donne naissance à des composés nouveaux fournissant plus d'acide phosphorique soluble. Ce fait est à rapprocher d'une constatation déjà ancienne, due à M. Daubrée (1857), d'après laquelle la trituration de certaines roches produit un limon très différent par sa composition de ces roches mêmes. Il convient encore, pour éviter l'inconvénient de l'usure, de produire une agitation de la terre aussi modérée que possible et tendant simplement à renouveler sans cesse les contacts entre l'eau et les éléments. On y parvient en enfermant la terre et l'eau dans un flacon qu'on fait tourner autour d'un arbre horizontal (perpendiculaire à l'axe du flacon) à raison de deux tours seulement par minute.

» L'acide phosphorique dissous croît avec la proportion de terre; mais, au-dessus du poids de 300^{gr} de terre pour 1300^{cc} d'eau, volume choisi en vue du dosage qu'on aura à faire, l'accroissement est très faible.

» Quant à la nature de l'eau mise en expérience, elle n'a pas l'importance qu'on pourrait croire. L'idée commune est que plus une eau est chargée en acide carbonique, mieux elle dissout les phosphates des sols. Je n'ai pas trouvé qu'il en fût ainsi, du moment que les eaux contenaient la proportion de bicarbonate de calcium en rapport avec la tension du gaz carbonique. Ainsi, l'eau de l'Ourcq, l'eau de la Vanne pure ou saturée de bicarbonate, en présence d'atmosphères comprenant de 1 à 6 pour 100 de gaz carbonique, m'ont donné des titres tout à fait semblables d'acide phosphorique dissous. Je ne dis pas qu'il en irait de même si l'eau tenait en dissolution un excès d'acide carbonique sans la quantité correspondante de

bicarbonate, c'est-à-dire si elle était capable de dissoudre du calcaire. Mais ce n'est pas là le cas habituel des eaux naturelles; en sorte que toute eau ordinaire calcaire doit être propre aux expériences. J'ai surtout fait usage d'eau de Vanne.

» J'ai opéré à des températures de 15° à 22°.

» En résumé, le procédé que nous étudions a été pratiqué dans les conditions ci-après : poids de terre correspondant à 300^{gr} supposés à l'état sec, 1300^{cc} d'eau ordinaire compris l'eau préexistant dans la terre, rotation de dix heures dans un flacon de $1^{lit},5$ à raison de deux tours par minute; l'acide phosphorique est dosé, comme je l'ai dit, sur 1^{lit} du liquide clarifié par repos et filtré.

» Ainsi mis en œuvre, le procédé procure des liqueurs de même titre en acide phosphorique que les eaux contenues dans les sols et extraites par déplacement (¹). C'est ce qui ressort du Tableau suivant, où figurent des terres de natures très différentes (²):

		Terre					
		de Galande.	de Neauphle.	de Joinville.	de Coupvray.	de la Foinerie.	de Boulogne.
Acide phosphorique dans 1^{lit} d'eau	1° extrait par déplacement..........	$0^{mgr},10$	$0^{mgr},83$	$1^{mgr},02$	$1^{mgr},04$	$1^{mgr},16$	$3^{mgr},08$
	2° obtenu par le procédé ci-dessus....	$0^{mgr},17$	$0^{mgr},89$	$1^{mgr},05$	$1^{mgr},17$	$1^{mgr},19$	$3^{mgr},01$

» Il paraît de là qu'on a maintenant, pour déterminer à très peu près le titre des dissolutions du sol en acide phosphorique, un moyen simple, permettant de multiplier les expériences sans qu'il en résulte une besogne excessive; je le crois capable de fournir sur les sols des indications intéressantes. »

(¹) J'ai trouvé précédemment que le titre en acide phosphorique de ces eaux était, pour un même sol, indépendant de son humidité; on s'explique ce résultat, puisqu'on voit ici la proportion d'eau s'élever jusqu'à 1300^{cc} pour 300^{gr} de terre sans que le titre soit altéré sensiblement.

(²) Les terres de Galande, Neauphle et Coupvray sont argilo-sableuses et contiennent peu de chaux; celle de Joinville-le-Pont est essentiellement sableuse et notablement calcaire; celle de Boulogne, très calcaire et enrichie par d'abondantes fumures.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme de l'immunisation contre l'action globulicide du sérum d'anguille.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons montré précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 428; 31 janvier 1898) quelle est la puissance de l'action destructive du sérum d'anguille sur les globules rouges du sang de diverses espèces animales, et que cette action est empêchée par une goutte du sérum sanguin d'un animal préalablement immunisé contre l'ichtyotoxique.

» Cette dernière expérience, outre qu'elle démontre d'une manière très simple la présence d'une antitoxine dans le sang d'animaux immunisés, nous a paru posséder encore l'avantage de poser en termes clairs le problème de l'immunité, du moins en ce qui concerne un de ses côtés actuellement les plus importants.

» On est naturellement conduit, en effet, à se demander comment agit, dans notre expérience, le sérum de l'animal immunisé, pour empêcher *in vitro* la diffusion de l'hémoglobine des globules mis en contact avec une quantité donnée de sérum d'anguille. L'antitoxine se combine-t-elle directement avec la substance globulicide, de manière à la neutraliser? Ce serait là un phénomène chimique, analogue à celui qu'Ehrlich admet pour expliquer la suppression de l'action coagulante de la ricine par le sérum d'animaux immunisés contre cette toxine végétale [1]. Ou bien est-ce la résistance de l'élément anatomique sur lequel agit le poison qui est augmentée par l'antitoxine? Le phénomène alors serait d'ordre histo-physiologique, plus ou moins analogue par exemple à l'action antisécrétoire de l'atropine, antagoniste de l'action sécrétoire de la pilocarpine.

» Observons d'abord que les globules rouges du Hérisson possèdent une résistance considérable à l'action destructive du sérum d'anguille (L. Camus et E. Gley, *loc. cit.*) et que cependant le sérum de cet animal ne contient pas d'antitoxine. En effet, nous avons vu que, si la substance toxique dont nous étudions l'action (la substance globulicide du sérum) perd tout son pouvoir, quand on la chauffe à 58° pendant quinze à vingt minutes, au contraire la substance antitoxique qui existe dans le

---

(1) P. Ehrlich, *Zur Kenntniss der Antitokinwirkung* (*Fortschritte der Medicin*, 15 janvier 1897, p. 41).

sérum des animaux immunisés n'est nullement altérée par ce chauffage; chauffons donc du sérum normal de Hérisson, animal naturellement réfractaire au sérum d'anguille; ce sérum chauffé n'est en aucune façon susceptible de s'opposer à l'effet de l'ichtyotoxique sur les globules rouges du lapin ou du cobaye. Ce n'est donc pas grâce à la présence dans leur sang d'une antitoxine pouvant neutraliser chimiquement la toxine introduite que les Hérissons sont pourvus d'une immunité naturelle contre le sérum d'anguille; mais leurs globules possèdent une résistance spécifique. Ajoutons que le sérum d'anguille chauffé ne manifeste non plus aucune propriété antiglobulicide. Ce ne peut donc être qu'en vertu de leurs propriétés physiologiques que les globules rouges de cet animal résistent à l'action si énergique de la substance globulicide qui se trouve dans son propre sang.

» Il serait intéressant de rapprocher ces faits de la série de ceux qui ont montré que le sang d'animaux pourvus de l'immunité naturelle contre telle ou telle infection microbienne ne possède point de propriétés bactéricides.

» Voilà donc un mode d'immunité parfaitement défini, que l'on pourrait appeler *cytologique;* il ne concerne pourtant que l'immunité naturelle. Les choses, en effet, paraissent se passer autrement dans le cas d'immunité acquise. Voici une expérience qui le prouve.

» Sur un animal immunisé [1] (lapin) on pratique une saignée. Le sang artériel

---

[1] Cet animal est immunisé par des injections répétées de sérum d'anguille chauffé. Nous avons, en effet, reconnu que le sérum chauffé, qui a perdu tout pouvoir globulicide, est susceptible néanmoins d'immuniser contre cette action globulicide. Cette constatation offre un intérêt théorique réel, puisqu'elle fournit une preuve très simple, facile à donner *in vitro*, de ce fait qu'une antitoxine peut être produite dans l'organisme sans que celui-ci ait reçu la toxine spécifique correspondante; en d'autres termes, dans cette condition, il peut y avoir réalisation de l'état d'immunité active.

Nous nous occupons d'immuniser aussi des animaux par la toxine elle-même, comme d'ailleurs nous l'avons déjà fait (*loc. cit.*), pour l'étude d'un point qui nous semble très important : la question est de savoir si, à un moment donné, à une phase plus avancée de l'immunisation, il n'y aurait pas, outre la formation de substance antitoxique, modification des propriétés essentielles de divers éléments cellulaires (dans le cas dont il s'agit, augmentation de la résistance des globules rouges); le processus aboutirait à une constitution des éléments anatomiques considérés analogue à celle que présentent les mêmes cellules chez les animaux pourvus de l'immunité naturelle. Une expérience de H. Kossel (*Berl. klin. Wochensch.*, 14 février 1898) dépose déjà en faveur de cette supposition.

est reçu dans de l'oxalate neutre de potasse, pour empêcher la coagulation, puis mis à centrifuger. Après seize heures, on décante le plasma; d'autre part, la bouillie globulaire est diluée dans une quantité équivalente d'une solution de chlorure de sodium à $0^{gr},66$ pour 100 (dans laquelle les globules du lapin ne laissent pas diffuser normalement leur hémoglobine). Toutes ces opérations doivent être réalisées aseptiquement. Comment vont se comporter ces globules et ce plasma vis-à-vis du sérum d'anguille? Or les globules ne résistent pas plus à l'action destructive de ce sérum que les globules d'un animal témoin (non immunisé). Au contraire, le plasma contient la même substance antiglobulicide ([1]) que nous retrouvons dans le sérum, quand on n'empêche pas la coagulation du sang.

» Ainsi, les globules d'animal immunisé n'ont acquis aucune propriété spécifique de la part de l'antitoxine qui circule cependant avec eux dans le sang, de la part de la substance spécifique qui les baigne. Si donc ils résistent à l'action de la toxine (substance globulicide du sérum d'anguille), quand ils y sont soumis, ce ne peut être que parce que l'antitoxine empêche cette action de s'exercer. Il semble bien, par suite, que le phénomène ne puisse s'expliquer que par l'action des deux substances l'une sur l'autre, par la neutralisation chimique de la toxine par l'antitoxine ([2]).

» C'est là un second mode d'immunité tout à fait différent du premier, immunité d'ordre chimique, tenant à l'action chimique réciproque de deux substances. Que l'on remarque enfin qu'il s'agit ici d'une immunité acquise. Celle-ci, dans le cas tout au moins du sérum d'anguille, pourrait dépendre conséquemment d'un tout autre mécanisme que l'immunité naturelle ([3]). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Transmission des toxines du fœtus à la mère*. Note de M. **A. Charrin**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« On sait avec quelle facilité de nombreux principes passent de la mère au fœtus au travers du placenta. On sait aussi que parfois divers éléments

---

([1]) Dans ces expériences, il est vrai, le plasma contenait une moindre quantité d'antitoxine que le sérum des animaux immunisés par de petites doses croissantes de la toxine elle-même.

([2]) On pourrait cependant encore supposer que les propriétés des globules rouges ne se trouvent modifiées qu'autant et tant qu'ils sont en contact avec l'antitoxine; à la vérité, contre cette hypothèse parlent les expériences qui établissent qu'il y a proportionnalité simple entre les quantités d'antitoxine et de toxine qui se neutralisent.

([3]) Dans un Mémoire détaillé sur l'action du sérum d'anguille, qui paraîtra prochainement dans les *Arch. intern. de Pharmacodynamie,* on trouvera traitées quelques autres questions que nous avions posées dans notre première Note.

suivent le chemin inverse, se rendant des plasmas de ce fœtus aux tissus maternels ([1]).

» Les toxines peuvent-elles effectuer ce trajet du rejeton à ces tissus maternels? La nature de ces toxines, la structure des membranes animales, les difficultés possibles de la dialyse, etc., n'autorisent pas à formuler une réponse *a priori*.

» J'ai soumis le problème à l'expérimentation.

» *Expérience I.* — Le 18 avril 1898 on pratique la laparotomie chez une lapine pleine, à une période avancée de la gestation. On distingue nettement tant les fœtus que la situation des différents délivres; de cette façon il est aisé d'injecter aux petits lapins des principes microbiens, sans piquer ces délivres : on introduit ainsi 1^{cc} de toxine diphtérique, dose répartie entre quatre de ces petits.

» Le 20 la lapine avorte; le 22 elle succombe.

» L'autopsie permet de constater l'absence de péritonite en même temps qu'une congestion intense des capsules surrénales.

» Sur sept expériences analogues, j'ai obtenu quatre fois des résultats de cet ordre, autrement dit quatre fois la toxine franchissant le placenta a intoxiqué la génératrice; deux femelles ont succombé à des accidents de péritonite; une a survécu sans être vaccinée.

» J'ai tenté de réaliser cette vaccination en injectant les produits solubles du bacille de Löffler ou ceux du germe de Nicolaïer dans les tissus des fœtus. Or, malgré l'emploi de doses minimes mélangées à l'iode, j'ai constamment échoué : les animaux sont morts promptement. D'ailleurs, la fréquence des avortements s'oppose habituellement à la répétition de ces injections progressives.

» J'ai pensé vaincre la difficulté en utilisant une toxine qui d'emblée peut être introduite, sans de graves inconvénients, dans des proportions plus importantes.

» *Expérience II.* — Le 4 mai, on pratique aseptiquement la laparotomie chez une lapine pleine; on injecte 3^{cc} de toxine pyocyanique, en répartissant cette proportion entre cinq fœtus : cette lapine survit, mais elle avorte au bout de cinq jours; les petits ne vivent que quelques heures.

» Le 17 mai on l'inocule par voie vasculaire; on introduit dans la veine marginale de l'oreille une culture active de bacille du pus bleu à la dose de 1^{cc}; deux animaux témoins sont soumis à une inoculation identique; le premier meurt le 20; le second le 21; la femelle, qui a reçu au préalable la toxine, résiste jusqu'au 29 mai.

([1]) Voir les récents travaux de Lannois et Briau (*Lyon-Médical;* 1898).

» Une expérience semblable a fourni des résultats comparables, même plus marqués, en ce sens que la lapine préparée a vécu vingt-trois jours de plus que les témoins morts en cinqnante-sept et soixante-douze heures.

» Sur onze tentatives, trois seulement ont fourni des résultats positifs, autorisant à penser qu'il est possible d'augmenter dans des proportions variables la résistance d'une femelle pleine à un microbe déterminé, en introduisant les toxines immunisantes dans les tissus des fœtus placés dans l'utérus.

» Ces diverses expériences démontrent que des virus, ou plutôt des toxines, déposés chez ces fœtus, soit directement, artificiellement, soit par la cellule du générateur, possibilité établie par l'histoire de la syphilis, peuvent être transmis à la génératrice.

» Quand, en raison des difficultés de la dialyse placentaire, cette génératrice reçoit de faibles doses ou simplement certaines parties des sécrétions bactériennes, celles qui, par exemple, font naître l'état réfractaire, seul cet état réfractaire, au lieu des accidents possibles, se manifestera sans trouble morbide apparent; ce sont des faits de cet ordre qui ont conduit à la loi de Colles qui enseigne qu'un enfant syphilitique ne peut infecter sa mère.

» Différentes considérations se dégagent encore de l'examen de ces résultats assez suggestifs.

» C'est ainsi que les principes microbiens qui passent des plasmas des rejetons dans ceux de la mère provoquent dans ces deux organismes (si la survie est suffisante, surtout pour ces rejetons) le développement de l'immunité, autrement dit le développement d'attributs cellulaires spéciaux, tels que fabrication de corps bactéricides ou antitoxiques, activités phagocytaires, etc. Or, d'un autre côté, l'observation, en syphiligraphie par exemple, apprend que ces rejetons peuvent tenir ces principes microbiens vaccinants du générateur qui leur a transmis le virus formateur de ces principes; c'est dire que, chez ce générateur, ces principes vaccinants ont pu faire apparaître ces attributs cellulaires spéciaux : phagocytose énergique ou production de substances nuisibles aux agents pathogènes ou à leurs toxines.

» En définitive cet enchaînement établit que la génératrice reçoit par l'intermédiaire des fœtus des éléments qui impriment aux tissus maternels des propriétés que ces éléments ont fait naître en premier lieu chez le générateur, en second lieu chez les descendants; grâce à cet intermédiaire intra-utérin ces tissus maternels possèdent des caractères identiques à ceux que possèdent ces mêmes tissus chez le père.

» Mais à son tour l'économie de la génératrice transmet aux rejetons les attributs en sa possession ; le générateur peut disparaître sans que les caractères qui procèdent de son milieu s'effacent. Vienne alors un nouveau générateur, une nouvelle fécondation chez la même mère : le nouveau produit, par hasard, pourra précisément hériter des qualités que cette mère tenait de l'ancien de ces deux générateurs. Ainsi s'expliquent peut-être ces bizarreries de l'hérédité désignées sous le nom de *phénomènes de télégonie*. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'acide carbonique sur la forme et la structure des plantes* (1). Note de M. **Em.-C. Téodoresco**, présentée par M. G. Bonnier.

« Les nombreux travaux qui ont été faits jusqu'à présent, relativement à l'action de l'acide carbonique sur les végétaux, sont d'ordre à peu près exclusivement physiologique ou chimique. Par contre, les recherches morphologiques sur cette question sont très peu nombreuses. Je me propose donc, dans cette Note, de comparer la structure des plantes ayant vécu, les unes dans l'air ayant plus d'acide carbonique que l'air ordinaire, les autres dans de l'air dépourvu de ce gaz, autant qu'il est possible. Les plantes ont été cultivées dans une solution nutritive (liqueur de Knop), sous de grandes cloches. Dans les cloches de l'un des lots, l'air n'arrive qu'après s'être dépouillé de son acide carbonique, en passant sur de la potasse; de plus, à l'intérieur de ces cloches, on a placé des cristallisoirs contenant de la potasse, qui absorbe au moins en partie l'acide carbonique provenant de la respiration des sujets en expérience. Pour l'autre lot, on fait arriver sur les plantes de l'air dans lequel on a ajouté une proportion d'acide carbonique déterminée.

» Je vais indiquer les résultats que j'ai obtenus en cultivant les espèces suivantes : *Lupinus albus*, *Phaseolus multiflorus*, *Pisum sativum* et *Faba vulgaris*.

I. — Morphologie externe.

» *Lupinus albus*. — Au bout de treize jours de végétation, les tiges de *Lupinus albus*, dans les deux lots, ont allongé leur axe hypocotylé et développé un entrenœud

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

épicotylé. Chacune de ces parties est plus allongée chez les plantes qui n'ont pas eu d'acide carbonique à leur disposition. Au bout de trente-trois jours, les différences ont changé : la tige comprend deux entrenœuds au-dessus des cotylédons, et l'on constate alors que, là où il y a de l'acide carbonique, l'axe hypocotylé continue à rester plus court, mais le premier entrenœud épicotylé s'est allongé et a atteint la même longueur que chez les plantes cultivées sans ce gaz. Enfin le deuxième entrenœud, qui s'est développé pendant les vingt derniers jours de végétation, est plus long en présence de l'acide carbonique. C'est dans cette dernière condition que la tige acquiert une longueur totale plus considérable.

» *Phaseolus multiflorus*. — Au bout de trente-trois jours de végétation, on observe pour la tige de cette plante des faits analogues aux précédents; l'axe hypocotylé des plantes qui ont poussé sous les cloches sans acide carbonique est deux fois plus long que celui des plantes cultivées dans une atmosphère chargée de ce gaz. Mais, pour la tige épicotylée, tous les entrenœuds sont, au contraire, plus longs chez les plantes cultivées avec acide carbonique.

» *Faba vulgaris*. — Au bout de vingt-huit jours de végétation, les tiges possèdent chacune cinq entrenœuds au-dessus de leurs cotylédons. Comme l'axe hypocotylé est très réduit dans cette espèce, ce sont ici les deux premiers entrenœuds qui restent plus courts en présence de l'acide carbonique; les trois autres sont, au contraire, plus longs, et, si l'on examine la longueur totale des tiges, on constate que c'est celle des plantes placées dans une atmosphère avec acide carbonique qui est la plus grande.

II. — Morphologie interne.

» Les modifications externes sont accompagnées de changements dans la structure interne.

» *Tige*. — Sur la section transversale faite au milieu du premier entrenœud de l'axe épicotylé de *Lupinus albus*, au bout de quarante-quatre jours de végétation dans une solution nutritive, on observe que, pour les plantes qui poussent dans l'acide carbonique, le diamètre de la section est plus grand; le nombre des faisceaux est égal ou un peu supérieur à celui qu'on remarque chez les plantes sans acide carbonique. Ainsi, dans le dernier cas, on trouve 18 faisceaux libéro-ligneux, dont 11 gros et 7 petits; tandis que, dans l'acide carbonique, on observe 19 faisceaux, dont 15 gros et 4 petits. En outre, chez les plantes cultivées sans acide carbonique, la zone génératrice libéro-ligneuse interfasciculaire a formé des vaisseaux à lumière étroite, à parois très minces et non lignifiées; chez les plantes avec acide carbonique, le diamètre des vaisseaux est plus grand, les parois sont un peu plus épaisses, et, quoique peu lignifiées, elles se colorent cependant un peu par les réactifs spéciaux de la lignine. Examinant maintenant un faisceau isolé (pour préciser, je choisis toujours les faisceaux les plus gros d'un côté et de l'autre), on observe que les trois zones qui constituent ce faisceau sont inégalement développées dans les deux catégories de plantes : le bois des plantes cultivées sans acide carbonique occupe un peu plus de la moitié de la surface du bois des plantes cultivées avec ce gaz. Le bois primaire se compose de 4 à 5 vaisseaux dans le premier cas, de 7 à 8 dans le second. Les différences sont bien plus grandes pour le bois secondaire. Le nombre des vaisseaux produits par la même série radiale de cellules de

cambium est de 2 à 3 dans les plantes cultivées sans acide carbonique, tandis que, chez les plantes qui ont poussé dans l'air qui contenait ce gaz, on en trouve 4 à 5. De plus, comme pour les tissus ligneux interfasciculaires, le diamètre des vaisseaux est bien plus petit dans le premier cas que dans le second. La surface occupée par la zone génératrice des plantes qui ont poussé dans une atmosphère sans gaz carbonique représente les trois quarts de la surface de celle des plantes cultivées dans ce gaz. Les séries radiales de cette zone se composent, en moyenne, de 3 cellules dans les plantes de la première catégorie, de 5 dans celles de la deuxième.

» On observe à peu près les mêmes différences de structure pour les tiges de *Pisum sativum*.

» *Feuille*. — Les modifications dans la structure de la feuille se rapportent surtout au tissu assimilateur et au système aérifère. Sur les sections transversales de la feuille de *Phaseolus multiflorus*, au bout de trente-trois jours de végétation, on constate tout d'abord que les feuilles des plantes cultivées dans une atmosphère sans acide carbonique n'ont guère que les six septièmes de l'épaisseur des autres feuilles. Cette différence provient de l'inégal développement du tissu palissadique. Ce tissu est formé, chez les deux catégories de plantes, par une seule assise de cellules, dont l'épaisseur en l'absence d'acide carbonique n'est que les trois quarts de ce qu'elle est en présence de ce gaz. Sur des sections perpendiculaires à la surface du limbe, il semble que les espaces intercellulaires de ce tissu sont également développés dans les deux cas. Mais, si l'on observe la feuille de face (face supérieure), soit directement, soit après avoir enlevé l'épiderme, on constate que les cellules palissadiques des feuilles qui ont poussé sous les cloches avec acide carbonique sont plus éloignées les unes des autres, de sorte que le système aérifère nécessaire à l'échange des gaz entre les cellules et le milieu extérieur est plus développé pour les plantes qui ont poussé avec acide carbonique. A cause du développement inégal des lacunes, on trouve chez les dernières plantes cinq à six cellules par unité de surface, et de huit à neuf chez les plantes cultivées sans acide carbonique. Les modifications sont également remarquables quand on observe le tissu palissadique de face, à l'endroit d'un stomate : la chambre sous-stomatique est plus spacieuse chez les plantes qui poussent dans l'air avec acide carbonique.

» Le tissu lacuneux est à peu près également développé dans les deux catégories de plantes, avec cette différence que les espaces aérifères occupent une moindre surface chez les plantes qui sont cultivées sous les cloches sans acide carbonique.

» Les modifications dans la structure de la feuille sont tout aussi grandes chez le *Lupinus albus*.

» *En résumé :* Si l'on compare des plantes qui se sont développées les unes en présence de l'acide carbonique, les autres en l'absence de ce gaz, on constate que les premières ont leur axe hypocotylé (ou leurs premiers entrenœuds) plus court, mais que les entrenœuds suivants sont plus longs, et que, somme toute, le plus souvent, la longueur totale de la tige est plus considérable.

» De plus, les entrenœuds présentent en général une section plus large,

un nombre de faisceaux souvent plus considérable chez les plantes qui croissent dans une atmosphère avec gaz carbonique, et, dans un faisceau, le bois, la zone génératrice et le liber sont toujours plus développés. Les feuilles sont plus épaisses, les cellules du tissu en palissade sont plus allongées et les espaces aérifères plus développés. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La jaunisse, maladie bactérienne de la Betterave*. Note de MM. **Prillieux** et **Delacroix**.

« Depuis plusieurs années on constate dans certaines régions de la France, en particulier dans le Nord, le Pas-de-Calais et les environs de Paris, une maladie de la Betterave qui n'avait pas encore été observée. On la désigne sous le nom de *jaunisse*.

» Cette maladie semble prendre naissance dans les pièces où ont végété les porte-graines. Tous les cultivateurs sont d'accord sur ce point. C'est, en général, dans la première quinzaine de juillet qu'elle fait son apparition. Cette année, toutefois, à cause du retard de la végétation, elle ne s'est montrée qu'un peu plus tardivement, environ une semaine plus tard que l'année dernière.

» Au début, les feuilles semblent avoir perdu un peu de leur turgescence normale; les pétioles sont moins rigides et la pointe du limbe s'abaisse vers le sol. En même temps, dans toutes ces feuilles, dans celles de la périphérie d'abord, puis, peu après, dans celles du cœur, le limbe se montre très finement marqueté de vert et de blanc, comme dans la *mosaïque* des feuilles du Tabac. Cette apparence est encore plus nette quand on observe les feuilles par transparence; les parties décolorées, surtout sur les feuilles très jeunes, sont translucides.

» Progressivement, la différence de couleur entre les petites taches blanches et vertes du limbe devient moins marquée, les unes et les autres prennent une nuance jaunâtre et la feuille finit par se dessécher; elle a alors une teinte indécise qui varie du jaune au grisâtre.

» Sur les pieds fortement attaqués, à partir de juillet, les racines ne grossissent plus; bien que leur teneur en sucre reste normale, la perte totale peut atteindre 50 pour 100 de la récolte.

» Si l'on conserve les Betteraves malades et qu'on les replante au printemps suivant pour en faire des porte-graines, les feuilles qui apparaissent montrent tous les caractères pathologiques énumérés plus haut. Néanmoins la hampe florale prend naissance et les fleurs s'y développent.

» Si l'on examine au microscope les feuilles malades, on voit facilement, dans les cellules qui correspondent aux régions décolorées de la feuille, de très nombreuses bactéries courtes, en forme de tonnelet, tourbillonnant rapidement dans le liquide cellulaire. Les corps chlorophylliens se décolorent et leurs contours deviennent moins marqués que dans les cellules restées intactes; les granulations y sont plus réfringentes, plus apparentes qu'à l'état sain.

» Sur les porte-graines attaqués on trouve les bactéries, non seulement dans les feuilles, mais encore dans les bractées florales et le calice. Il est donc présumable que ces bactéries doivent persister, probablement à l'état de spores, dans le glomérule, ce fruit composé entouré du calice persistant et accru que l'on est convenu d'appeler la *graine* de Betterave.

» La bactérie des Betteraves atteintes de jaunisse a été cultivée au laboratoire de Pathologie végétale et a servi à produire des infections artificielles.

» Trois rangées de Betteraves, semées en sol stérilisé et repiquées dans le petit jardin dépendant du laboratoire, ont été arrosées avec de la culture de la bactérie diluée à 1 pour 5 d'eau. Elles présentent aujourd'hui de la façon la plus nette les caractères de la maladie, tandis que trois autres rangées voisines de Betteraves extraites de la ferme de Joinville et non infectées sont absolument saines.

» Les feuilles desséchées des Betteraves atteintes de jaunisse l'année précédente transmettent la maladie aux jeunes plants de Betterave. Le fait a été constaté par l'expérience suivante :

» Les feuilles sèches de pieds malades ont été réduites en poudre grossière que l'on mélangea au sol d'un jardin en avril dernier. De jeunes plants de Betterave y furent repiqués. Quelques semaines plus tard, tous étaient infectés; au contraire, d'autres jeunes Betteraves provenant du même semis et replantées dans un champ non contaminé ne présentaient aucune trace de maladie.

» Ces premières études sur la maladie de la « jaunisse » de la Betterave, qui se poursuivent au laboratoire de Pathologie végétale, mettent, dès à présent, hors de doute sa nature bactérienne et permettront certainement de déterminer les règles à suivre pour en combattre l'extension [1]. »

---

(1) L'un de nous vient d'être chargé par le Ministre de l'Agriculture d'aller constater, dans les grandes cultures du nord de la France, quels développements la jaunisse bactérienne de la Betterave y a pris et quels dommages elle produira cette année.

RADIOGRAPHIE. — *Appareil permettant de prendre des radiographies de la cage thoracique soit en inspiration, soit en expiration; résultats obtenus.* Note de M. **Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

« L'observation faite par M. le professeur Bouchard, des mouvements d'ampliation de l'oreillette droite isochrones aux mouvements respiratoires, m'a donné l'idée de construire un appareil permettant de fixer par la radiographie l'image des organes intrathoraciques, soit pendant l'inspiration, soit pendant l'expiration.

» L'emploi de cet appareil nous a permis, d'une part, de vérifier le fait constaté radioscopiquement par M. Bouchard, et, d'autre part, de prévoir des résultats intéressants sur le fonctionnement du diaphragme, ou l'aspect des organes sains ou malades aux deux phases de la respiration.

» L'appareil se compose de deux parties : une ceinture adaptée à la taille du sujet; un interrupteur du circuit générateur des rayons X.

» 1. *Ceinture.* — Le jeu de cette ceinture est destiné à fermer ou ouvrir automatiquement le circuit de trois éléments Leclanché, circuit renfermant l'électro-aimant de l'interrupteur des rayons X que nous décrirons tout à l'heure.

» Elle se compose d'une ceinture de cuir, dont la boucle est tournée en arrière du sujet. Coupée en avant, chacun de ses chefs porte une plaquette de buis. Les deux plaquettes sont sans cesse attirées l'une vers l'autre par des caoutchoucs dont on peut régler la force suivant le sujet pour que les deux plaquettes puissent s'écarter librement à l'inspiration.

» L'une d'elles porte un crochet auquel se fixe une corde à violon tenue toujours tendue au-dessus de la deuxième plaquette par un caoutchouc fixé à son extrémité. La corde glisse à frottement doux dans un bras de levier très léger, dont l'axe est maintenu par deux bornes fixées à cette deuxième plaquette. Une poulie de grand diamètre ($1^{cm},5$) assure la direction constante de la corde tout en lui laissant sa mobilité.

» Dès lors, tout mouvement d'inspiration ou d'expiration se traduit par un mouvement de la corde à violon, et, par suite, du bras de levier dans un sens ou dans l'autre. La course de ce bras de levier est limitée entre deux vis de réglage. On comprend qu'ainsi, quelle que soit l'amplitude, quelles que soient les irrégularités de la respiration, l'appareil est toujours au point pour traduire par une oscillation du levier le moindre mouvement en plus ou en moins de la circonférence du corps et qu'en outre ce levier conserve sa même position tant que dure le même mouvement, si prolongé ou si étendu qu'il soit.

» Le reste du dispositif est simple. Le levier entraîne dans son mouvement une tige perpendiculaire qui supporte à son extrémité un conducteur en U renversé plongeant

dans deux cupules de mercure. A ces cupules aboutissent les deux extrémités d'un circuit de trois éléments Leclanché, renfermant d'autre part un électro-aimant que nous allons retrouver dans l'interrupteur.

» 2. L'interrupteur est à la fois un commutateur. La pièce de fer doux de l'électro-aimant dont nous venons de parler entraîne dans ses oscillations une tige perpendiculaire formant avec lui comme un fléau de balance. A la place des plateaux se trouve un conducteur en U renversé qui plonge dans un couple de godets à mercure, à droite comme à gauche. Un commutateur permet de mettre dans le circuit générateur des rayons X tantôt les deux godets de gauche, tantôt ceux de droite; de sorte qu'à volonté l'on interrompt ou l'on ferme ce circuit automatiquement, suivant que la pièce de fer doux est attirée ou écartée, c'est-à-dire suivant que le sujet expire ou inspire.

» *Résultats obtenus.* — Le sujet est couché sur la plaque photographique. La pose totale pour chaque épreuve est de quinze à vingt minutes. La glace d'inspiration est remplacée par la glace d'expiration, sans que le sujet bouge, au moyen d'un tiroir doublé de plomb qui la supporte.

» Pour composer les images, nous traçons les repères suivants : une ligne médiane, équidistante du contour externe des côtes à droite et à gauche; des perpendiculaires à cette médiane, distantes l'une de l'autre de 14^{mm}. Il en faut sept environ pour couvrir l'oreillette.

» Nous rapportons, pour chaque couple d'épreuves, le contour de l'oreillette droite défini par ces repères sur un plan commun.

» Dans tous les cas que nous avons pu déjà observer (quatre séries), l'oreillette d'inspiration déborde l'oreillette d'expiration, d'une quantité maximum en bas, nulle en haut. En moyenne, la distance qui sépare les deux courbes, en allant de haut en bas, est, pour chaque perpendiculaire de repère : 0, 1, 2, 5, 7, 12, 29^{mm}; c'est-à-dire que l'ombre de l'oreillette d'inspiration déborde celle de l'oreillette d'expiration, d'une surface se terminant en pointe en haut, large en bas, et limitée sur les côtés par deux courbes à concavité interne. Autrement dit, c'est un triangle curviligne à base inférieure.

» L'aire de cette surface est trop grande en valeur absolue, le cœur étant séparé de la plaque photographique par une certaine distance. La règle de correction de MM. Variot et Chicotot (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 27 juin 1898) permettrait d'obtenir immédiatement l'aire vraie.

» Nous avons, en outre, remarqué que le contour du ventricule gauche d'expiration déborde en bas celui d'inspiration; nous ne pouvons encore affirmer par des chiffres cette différence, qu'expliquerait la traction exercée sur le péricarde par le diaphragme durant l'inspiration. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Météore lumineux, observé à Bourg-d'Ault (Somme)*. Note de M. C. **Rozé**, communiquée par M. Callandreau.

« Hier soir, 1[er] août, vers $8^h 45^m$, je regardais la région du Ciel qui avoisine la Polaire, lorsque mes yeux, un instant écartés, furent sollicités par une masse lumineuse brusquement apparue, que je crois avoir saisie vers la fin de sa très rapide période de croissance, pour la voir s'éteindre en un temps inappréciable. Cette masse lumineuse, d'un éclat sensiblement supérieur à celui de Vénus, d'aspect analogue, parfaitement blanche et rigoureusement immobile, était à environ 2° ou 3° à l'est, et sans doute un peu vers le sud de la Polaire.

» En dépit de la lumière crépusculaire, encore assez forte, le phénomène eut une telle netteté, qu'il frappa de la même manière une personne qui se trouvait près de moi, et de façon indépendante, car l'instantanéité eût rendu caduque toute tentative de communication quelconque. »

M. A.-L. **Herrera** adresse, de Mexico, une Note « Sur les mouvements amiboïdes obtenus artificiellement par dégagement d'acide carbonique ».

M. E. **Houpied** adresse une Note « Sur un appareil inflammateur des mélanges tonnants, applicable aux moteurs à cylindres uniques ou multiples ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 25 juillet 1898.)

Note de M. *Schlœsing* fils, Étude sur l'acide phosphorique dissous par les eaux du sol :

Page 239, ligne 18, *au lieu de* dans les sols, *lisez* dans les eaux des sols.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 AOUT 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Casalonga adresse deux nouvelles Notes relatives au principe et au cycle de Carnot.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Lippmann, Mascart, Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Pomel*, Correspondant pour la Section de Minéralogie.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les groupes continus de mouvements d'une variété quelconque à trois dimensions;* Note de M. **G. Ricci**, présentée par M. Darboux.

« Riemann nous a appris à juger de la courbure d'une variété quelconque V, dans le voisinage d'un point P, d'après la courbure de Gauss en P, de toute surface géodésique conduite dans V et passant par ce point. S'il s'agit d'une variété à trois dimensions, j'appellerai *courbure riemannienne* de V dans un point quelconque $P(x_1, x_2, x_3)$ et dans la direction l, qui va de P au point $(x_1 + dx_1, x_2 + dx_2, x_3 + dx_3)$, la courbure totale de la surface géodésique conduite dans V par P orthogonalement à l. Dans ce cas, on a une expression bien simple de cette courbure, que je désignerai par R.

» Le numérateur de l'expression donnée par Riemann pour la courbure de Gauss de toute surface géodésique passant par P dépend de certains coefficients, qu'il désigne par les symboles $(cc', c''c''')$. Si l'on convient de considérer comme équivalents les nombres congrus par rapport à 3, ceux parmi ces coefficients qui ne sont pas nuls peuvent être réduits, au signe près, au type $(r+1, r+2; s+1, s+2)$.

» Soient

$$ds^2 = \sum_{rs} a_{rs}\, dx_r\, dx_s \equiv \varphi$$

l'expression en coordonnées générales du carré de l'élément linéaire de V, a le discriminant de φ, et posons

$$a\alpha_{rs} = \sum_{pq} a_{pr} a_{qs} (p+1, p+2, q+1, q+2),$$

$$\psi = \sum_{rs} \alpha_{rs}\, dx_r\, dx_s.$$

» On aura

$$R = \frac{\psi}{\varphi}.$$

» Puisque les α_{rs} sont symétriques par rapport à leurs indices, l'équation

$$\sum \pm (\alpha_{11} + \omega a_{11})(\alpha_{22} + \omega a_{22})(\alpha_{33} + \omega a_{33}) = 0$$

a toutes ses racines réelles. Cette équation ayant un caractère invariantif, j'appellerai ses racines *invariants principaux* de la variété V. Si a est un de ces invariants, les équations

$$\sum_s (\alpha_{rs} + \omega a_{rs}) dx_s = 0$$

déterminent une ou plusieurs directions, qui partent d'un point quelconque P de V, et que j'appellerai *directions* ou *directions principales* déterminées par l'invariant ω.

» Le problème qui a pour but de déterminer les conditions d'existence et les transformations infinitésimales génératrices du groupe continu de mouvements sans déformation d'une variété V à trois dimensions est intimement lié aux propriétés de ses invariants principaux et des directions principales correspondantes. J'ai résolu ce problème, mais je dois me borner ici à énoncer quelques-uns des résultats de ma recherche.

» On voit d'abord que *les invariants principaux de* V *sont aussi des invariants du groupe* G et il s'ensuit que, *pour que le groupe* G *soit transitif, il est nécessaire que les invariants principaux* V *soient constants*.

» Cette condition étant satisfaite, supposons d'abord que les trois invariants principaux, que l'on pourra désigner par ω_1, ω_2, ω_3, soient égaux. C'est le cas des espaces à courbure constante et l'on sait depuis longtemps que c'est aussi le seul cas dans lequel le groupe G est à six paramètres.

» Supposons, en second lieu, $\omega_2 = \omega_3 \leqq \omega_1$ et soient dx_1, dx_2, dx_3 les incréments à donner à x_1, x_2, x_3, pour que le point déterminé par ces coordonnées se déplace dans la direction principale déterminée par l'invariant ω_1. Posons

$$(1)\qquad \begin{cases} \lambda^{(r)} = \dfrac{dx_r}{ds}, \qquad \lambda_r = \Sigma_p a_{rp} \lambda^{(p)}, \\ \lambda_{rs} = \displaystyle\sum_p \left[a_{rp} \frac{d\lambda}{dx_s} + \lambda^{(p)} (p_r s) \right], \end{cases}$$

$(p_r s)$ étant les coefficients bien connus de Christoffel. Pour que le groupe G soit à quatre paramètres, il faut et il suffit que l'on ait les identités

$$\lambda_{rr} = C(a_{rr} - \lambda_r \lambda_r),$$
$$\lambda_{r,r+1} = C(a_{rr+1} - \lambda_r \lambda_{r+1}) + c\sqrt{a}\,\lambda^{(r+2)},$$
$$\lambda_{r,r+2} = C(a_{rr+2} - \lambda_r \lambda_{r+2}) - c\sqrt{a}\,\lambda^{(r+1)},$$

C et c étant constantes.

» Si ces conditions ne sont pas remplies V peut comporter un groupe G à trois paramètres au plus.

» Enfin, supposons ω_1, ω_2, ω_3 tous distincts entre eux et désignons respectivement par dx_r, Dx_r, δx_r les incréments des x_r selon les directions principales correspondant à ω_1, ω_2, ω_3. En conservant les notations (1), posons encore

$$\mu^{(r)} = \frac{Dx_r}{Ds}, \qquad \nu^{(r)} = \frac{\delta x_r}{\delta s},$$

et désignons par μ_{rs} et ν_{rs} ce que deviennent les λ_{rs} en substituant respectivement dans leurs expressions les $\mu^{(p)}$ et les $\nu^{(p)}$ aux $\lambda^{(p)}$.

» Les expressions

$$\begin{array}{lll} \Sigma_{rs}\mu^{(r)}\lambda^{(s)}\lambda_{rs}, & \Sigma_{rs}\mu^{(r)}\mu^{(s)}\lambda_{rs}, & \Sigma_{rs}\mu^{(r)}\nu^{(s)}\lambda_{rs}, \\ \Sigma_{rs}\nu^{(r)}\lambda^{(s)}\lambda_{rs}, & \Sigma_{rs}\nu^{(r)}\mu^{(s)}\lambda_{rs}, & \Sigma_{rs}\nu^{(r)}\nu^{(s)}\lambda_{rs}, \\ \Sigma_{rs}\nu^{(r)}\lambda^{(s)}\mu_{rs}, & \Sigma_{rs}\nu^{(r)}\mu^{(s)}\mu_{rs}, & \Sigma_{rs}\nu^{(r)}\nu^{(s)}\mu_{rs}, \end{array}$$

qui ont une signification cinématique assez simple, sont des invariants de G. On a un groupe transitif à trois paramètres, si ces invariants sont tous constants, et dans ce cas seulement. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les invariants différentiels d'un système de $m+1$ points par rapport aux transformations projectives.* Note de M. **E.-O. Lovett**, présentée par M. Darboux.

« On sait que, dans ses travaux sur la théorie des groupes continus, M. Lie a montré qu'à tout groupe de transformations correspondent certaines séries d'invariants différentiels définis comme solutions de certains systèmes complets. Ces systèmes complets sont formés en égalant à zéro les prolongements des transformations infinitésimales qui engendrent le groupe.

» D'après la théorie générale de Lie, le deuxième prolongement

$$(1) \qquad X''f = \sum_0^n {}^i \xi_i \frac{\partial f}{\partial x_i} + \sum_1^n {}^i \eta_i \frac{\partial f}{\partial p_i} + \sum_1^n {}^i \sum {}^j \zeta_{i,j} \frac{\partial f}{\partial p_{i,j}},$$

de la transformation infinitésimale

$$(2) \qquad Xf = \sum_0^n {}^i \xi_i(x_0, x_1, \ldots, x_n) \frac{\partial f(x_0, \ldots, x_n)}{\partial x_i},$$

est déterminé par les équations

$$
(3) \quad \begin{cases}
\delta(dx_0 - \sum_1^n{}^i p_i\, dx_i) = 0, & \delta(dp_i - \sum_1^n{}^j p_{i,j}\, dx_j) = 0, \\
\delta x_i = \xi_i\, \delta t, \quad \delta p_i = \eta_i\, \delta t, & \delta p_{i,j} = \zeta_{i,j}\, \delta t, \\
x_0 = x_0(x_1, x_2, \ldots, x_n), \quad \dfrac{\partial x_0}{\partial x_i} = p_i, & p_{i,j} = \dfrac{\partial^2 x_0}{\partial x_i\, \partial x_j} = p_{j,i}.
\end{cases}
$$

Soient

$$
(4) \qquad x_0^{(i)}, \quad x_1^{(i)}, \quad \ldots, \quad x_n^{(i)}, \qquad i = 0, 1, \ldots, m,
$$

les coordonnées d'un système de $m+1$ points dans l'espace à $n+1$ dimensions, et $X''_1 f$, $X''_2 f$, ..., les deuxièmes prolongements des $(n+1)(n+3)$ transformations ponctuelles infinitésimales indépendantes,

$$
(5) \qquad \frac{\partial f}{\partial x_i}, \qquad x_i \frac{\partial f}{\partial x_j}, \qquad x_j \sum{}^k x_k \frac{\partial f}{\partial x_k}, \qquad i, j, k = 0, 1, \ldots, n,
$$

qui engendrent le groupe projectif général dans l'espace à $n+1$ dimensions.

» Tous invariants différentiels du second ordre du système (4) sont solutions du système complet des équations aux dérivées partielles du second ordre

$$
(6) \quad \begin{cases}
\sum_0^m{}^i [X''_1 f]_i = 0, \quad \sum_0^m{}^i [X''_2 f]_i = 0, \quad \ldots, \quad \sum_0^m{}^i [X''_r f]_i = 0, \\
r = (n+1)(n+3),
\end{cases}
$$

où $[X''_j f]_i$ représente le résultat du remplacement, dans X_j, de $x_0, \ldots, x_n$ respectivement par $x_0^{(i)}, \ldots, x_n^{(i)}$.

» L'étude de ce système complet (6) (¹) montre que les $m+1$ fonctions

$$
(7) \quad \left\{
\sum_0^m{}^i \frac{|p_{1,1}^{(k)}, p_{2,2}^{(k)}, \ldots, p_{n,n}^{(k)}|}{|p_{1,1}^{(i)}, p_{2,2}^{(i)}, \ldots, p_{n,n}^{(i)}|}
\left\{ \frac{x_0^{(i)} - x_0^{(k)} - \sum_1^n{}^j p_j^{(i)} (x_j^{(i)} - x_j^{(k)})}{x_0^{(i)} - x_0^{(k)} - \sum_1^n{}^j p_j^{(k)} (x_j^{(i)} - x_j^{(k)})} \right\}^{n+2}, \qquad k = 0, 1, \ldots, m
\right.
$$

(¹) Voir ma Note dans le numéro d'août 1898, du *Bulletin des Sciences mathématiques*, de MM. Darboux et Tannery.

sont invariantes par rapport aux transformations du groupe projectif général dans l'espace à $n+1$ dimensions.

» En notant que la relation ([1])

$$(8)\qquad (-1)|^n p_{1,1}^{(i)}, \ldots, p_{n,n}^{(i)}| = G_i \left\{ 1 + \sum_1^n {}_j (p_j^{(i)})^2 \right\}^{\frac{n}{2}+1}$$

existe, où G_i est la courbure gaussienne telle qu'elle a été généralisée par Kronecker ([2]), il est aisé d'obtenir l'interprétation géométrique suivante des invariants :

» Prenez $m+1$ hypersurfaces arbitrairement choisies, sauf qu'une de ces hypersurfaces doit passer par chacun des $m+1$ points du système (4); soient P_i, P_k, H_i, H_k, respectivement les points $(x_0^{(i)}, \ldots, x_n^{(i)})$, $(x_0^{(k)}, \ldots, x_n^{(k)})$ et les hypersurfaces par ces points; joignez P_k par lignes droites à tous les autres points du système (4); soient θ_i l'angle entre la normale à H_k en P_k et la droite P_iP_k, φ_i l'angle entre la droite P_iP_k et la normale à H_i en P_i, et $\rho_{i,1}, \ldots, \rho_{i,n}$ les rayons de courbure principaux de H_i en P_i; les expressions (7) montrent donc que les formes

$$(9)\qquad \sum_0^m {}_i \left\{ \prod_{j=1}^{j=n} \rho_{k,j} \cos^{n+2}\theta_i \middle| \prod_{j=1}^{j=n} \rho_{i,j} \cos^{n+2}\varphi_i \right\}, \qquad k = 0, 1, \ldots, m$$

sont constantes absolues.

» Si les $m+1$ points se trouvent simultanément sur une droite et sur une hypersurface du $(m+1)^{\text{ième}}$ degré, on a

$$(10)\qquad \sum_0^m {}_i \frac{1}{\prod_{i=1}^{j=n} \rho_{i,j} \cos^{n+2}\theta_i} = 0.$$

» En employant des recherches ([3]) de Casorati et de von Lilienthal dans la théorie de la courbure, les interprétations géométriques des invariants (7) peuvent être variées; ces autres formes, tout à fait simples dans l'espace à trois dimensions, sont très compliquées pour l'espace à dimensions plus hautes; ce fait est une autre confirmation de l'opinion ([4]) de

---

([1]) Biez, *Mathematische Annalen*, Bd. VII.

([2]) Kronecker, *Berichte der Berliner Akademie der Wissenschaften*, 1869.

([3]) *Acta mathematica*, t. XIV et XVI.

([4]) Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 365.

M. Darboux qui a caractérisé la courbure totale de Gauss comme la notion la plus importante pour la courbure en Géométrie. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation conforme des variétés à trois dimensions.* Note de M. ÉMILE COTTON, présentée par M. Darboux.

« I. Une variété à n dimensions est définie si l'on se donne l'ensemble de n variables x_i et d'une forme quadratique de leurs différentielles, à discriminant différent de zéro (le ds^2 de la variété). Deux variétés à n dimensions, x, ds^2; x', ds'^2, sont dites *applicables* s'il est possible de déterminer les x en fonction des x', de telle sorte que la substitution correspondante transforme ds^2 en ds'^2. Deux variétés sont *représentables conformément* l'une sur l'autre s'il est possible de déterminer les x en fonction des x', de telle sorte que ds^2 se transforme en ds'^2 à un facteur près indépendant des différentielles.

» On sait par quelle suite d'opérations algébriques et de dérivations on peut reconnaître si deux variétés quelconques sont applicables l'une sur l'autre (¹). Je me propose de montrer ici comment le problème de la représentation conforme des variétés à *trois dimensions* se ramène au précédent. D'une façon plus précise : à toute variété à trois dimensions, il est possible d'en adjoindre une autre, que nous appellerons *variété principale*, ne différant de la précédente que par le ds^2. *Si deux variétés sont représentables conformément l'une sur l'autre, leurs variétés principales sont applicables et réciproquement.* La détermination de cette variété principale se fait par des opérations toujours effectuables.

» II. Soient $ds^2 = \sum a_{ij}\, dx_i\, dx_j$ un ds^2 à trois variables, ρ une fonction quelconque de ces trois variables, Δ le discriminant de ds^2. Considérons la forme $d\sigma^2 = \rho^2\, ds^2$, et calculons, pour cette forme $d\sigma^2$, le covariant que M. Christoffel, dans le Mémoire cité, désigne par Γ. On peut former six combinaisons Λ_{pq}, linéaires et homogènes par rapport aux coefficients A_{hk} de Γ, et constituées de la façon suivante : Posons $R = \log \rho$. L'expression Λ_{pq} comprend le terme $\frac{\partial^2 R}{\partial x_p\, \partial x_q}$, augmenté d'une fonction entière par rapport aux dérivées du premier ordre de R et aux dérivées des coefficients a_{ij} de ds^2, rationnelle par rapport aux a_{ij}.

(¹) Voir CHRISTOFFEL, *Journal de Crelle*, t. 70.

» Effectuons un changement de variables, en désignant par les mêmes notations, suivies d'accents, les éléments construits à partir du second système de variables. L'expression des Λ' en fonction des Λ montre que :

» *La forme quadratique de différentielles :* $\lambda(dx) = \sum \Lambda_{pq}\, dx_p\, dx_q$ *est un covariant de* $d\sigma^2$.

» III. Les coefficients de $\lambda(dx)$ dépendent encore de R, mais on peut former un covariant de $d\sigma^2$ indépendant de R. Pour cela, rappelons que de tout système de deux formes quadratiques de différentielles covariantes il est possible de déduire un covariant cubique (à trois systèmes différents de différentielles) ([1]). Appliquons ce résultat à $d\sigma^2$ et à $\lambda(dx)$. *La forme cubique obtenue ne dépend plus de* R (*ou de* ρ). Je l'ai vérifié en prenant, ce qui est toujours possible, pour ds^2 la forme $\sum H_i^2\, dx_i^2$. Les calculs auxquels on est conduit sont ceux qui donnent les résultats indiqués dans une Note précédente ([2]). En résumé :

» *A tout ds^2 à trois variables est attaché un covariant cubique de différentielles. Ce covariant reste inaltéré si l'on multiplie ds^2 par une fonction quelconque des trois variables.*

» On vérifie aisément que *ce covariant est identiquement nul pour toute variété représentable conformément sur l'espace euclidien ordinaire, et réciproquement.*

» IV. Dans le cas général, le covariant n'est pas identiquement nul; on peut en grouper les termes de manière à lui donner la forme

$$C(dx, \delta x, Dx) = \sum_{k, (ij)} C_{k,(ij)}\, Dx_k (dx_i\, \delta x_j - dx_j\, \delta x_i).$$

La sommation s'étend aux valeurs 1, 2, 3 de l'indice k et aux combinaisons différentes (ij) des indices 1, 2, 3 pris deux à deux. Ce covariant est donc une forme bilinéaire des variables Dx_k et $dx_i\, \delta x_j - dx_j\, \delta x_i$. (Ces variables s'expriment d'ailleurs linéairement en fonction des expressions correspondantes relatives aux x'.) Mais il est facile de voir que

$$T(dx, \delta x, Dx) = \rho^3 \sqrt{\Delta} \begin{vmatrix} dx_1 & dx_2 & dx_3 \\ \delta x_1 & \delta x_2 & \delta x_3 \\ Dx_1 & Dx_2 & Dx_3 \end{vmatrix}$$

([1]) Voir L. Bianchi, *Lezioni di Geometria differenziale*, p. 53.

([2]) *Comptes rendus*, 26 juillet 1897.

est un covariant de $d\sigma^2$ et constitue aussi une forme bilinéaire des Dx_k et des $(dx_i\,\delta x_j - dx_j\,\delta x_i)$. Égalons à zéro le discriminant de $\lambda T + C$. Les fonctions symétriques élémentaires des racines de l'équation en λ obtenue ne sont pas toutes nulles; chacune d'elles contient en facteur une puissance de $\frac{1}{\rho^3}$ d'exposant égal à son poids. On pourra donc *déterminer* ρ *de façon que l'une de ces fonctions prenne la valeur* 1. A cette détermination de ρ correspond un $d\sigma^2$ et un seul, soit dS^2. L'ensemble x_1, x_2, x_3, dS^2 constituera *la variété principale* de x_1, x_2, x_3, ds^2, *au point de vue de la représentation conforme*. De ce qui précède résulte que : *Si deux variétés sont représentables conformément l'une sur l'autre, leurs variétés principales sont applicables*. La réciproque est immédiate.

» Il faut apporter quelques modifications à la méthode précédente pour résoudre le même problème pour les variétés à plus de trois dimensions. Une partie des résultats conserve une forme simple, ainsi que je le montrerai ultérieurement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les commutatrices*. Note de M. **P. Janet**.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 20 juin dernier, j'ai étudié le fonctionnement d'une commutatrice dans le cas particulier où l'excitation était nulle; j'annonçais, en même temps, que je poursuivais une étude d'ensemble sur ces appareils. Je me propose de faire connaître aujourd'hui les principaux résultats auxquels je suis parvenu et qui ont été énoncés et développés dans mon enseignement de cette année à l'École supérieure d'Électricité. J'examinerai seulement la marche à vide, et je supposerai négligeables les pertes par frottements, hystérésis et courants de Foucault. Dans ces conditions, la commutatrice n'est pas autre chose qu'un moteur synchrone marchant à puissance nulle.

» 1° Pour une excitation donnée, il existe une et une seule tension alternative aux frotteurs E_a pour laquelle la tension continue E_c recueillie aux balais soit dans le rapport théorique $\sqrt{2}$ à 1 :

$$E_c = \sqrt{2}\,E_a.$$

» Cette tension continue E_c est celle qui correspond, sur la caractéristique de la machine, à l'excitation donnée : elle est rigoureusement continue, et le courant est alors nul dans l'induit. L'ensemble de ces conditions

constitue ce que nous appellerons le *fonctionnement normal de la commutatrice.*

» 2° Si, sans changer l'excitation, on fait varier la tension alternative e_a aux frotteurs, le rapport $\sqrt{2}$ ne se maintient pas entre les deux tensions. La tension recueillie aux balais est alors une tension ondulée, analogue à celle que j'ai étudiée dans la Note précédemment citée, qui se compose d'une tension continue e_c et d'une tension alternative e'_a de fréquence double de la tension donnée.

» Si e_a croît, c'est-à-dire si l'on a $e_a > E_a$, e_c croît aussi, mais le rapport $\frac{e_c}{e_a}$ est plus petit que $\sqrt{2}$; si, au contraire, e_a décroît, c'est-à-dire si $e_a < E_a$, e_c décroît, mais le rapport $\frac{e_c}{e_a}$ est plus grand que $\sqrt{2}$.

» Dans tous les cas, le courant n'est plus nul dans l'induit dès que $e_a \gtrless E_a$.

» 3° Si, partant d'un fonctionnement normal, et maintenant constante la tension E_a aux frotteurs, on fait varier l'excitation, la tension recueillie aux balais est, comme précédemment, une tension ondulée; si l'excitation croît, la partie continue e_c de cette tension croît aussi, mais en restant toujours plus petite que la tension relevée sur la caractéristique ordinaire de la machine; si l'excitation décroît, la tension e_c décroît aussi, mais en se maintenant plus grande que la tension relevée sur la caractéristique de la machine.

» 4° Tous ces résultats s'établissent facilement en utilisant soit le diagramme donné par M. Blondel, pour l'étude des moteurs synchrones à tension constante et excitation variable, soit un diagramme analogue, dans lequel les lignes d'égales puissances sont des droites, pour le cas où l'excitation est constante et la tension variable. En dehors du fonctionnement normal, le courant alternatif qui circule dans l'induit, et qui est déterminé par les diagrammes précédents, donne naissance à un flux fixe qui se compose avec le flux des inducteurs pour faire varier la tension continue e_c suivant les lois précédemment énoncées; et à un flux tournant avec une vitesse double, qui donne naissance à la tension alternative e'_a qui se superpose à e_c pour donner aux balais une tension ondulée.

» Il résulte de ce qui précède que, dans les commutatrices monophasées, il est essentiel de spécifier la nature du voltmètre dont on se sert pour la mesure des tensions (voltmètre à aimant ou voltmètre thermique). Dans les commutatrices polyphasées, il n'en est pas de même, le flux tournant dont il a été question n'existant plus alors. »

CHIMIE. — *L'acide carbonique atmosphérique.*
Note de MM. **Albert Lévy** et **H. Henriet**, présentée par M. Hautefeuille.

« Nous avons montré, dans une précédente Note ([1]), que l'air atmosphérique renferme, avec de l'acide carbonique tout formé, des matières gazeuses carbonées susceptibles, en présence de l'oxygène et des alcalis, de se transformer en acide carbonique.

» Cette transformation n'est complète qu'après un contact assez prolongé, ce qui explique les résultats si dissemblables (ils varient entre 25^{lit} et 100^{lit} par 100^{mc} d'air) obtenus par les chimistes qui ont voulu doser l'acide carbonique atmosphérique.

» Lorsque le contact est extrêmement court, c'est-à-dire lorsqu'on fait passer rapidement, bulle à bulle, l'air atmosphérique à travers une solution étendue de potasse ou de baryte, on ne recueille que l'acide carbonique réellement existant. Nos dosages exécutés depuis vingt années ont permis, dans ces conditions, d'étudier les variations de cet acide durant le jour, la nuit, aux différentes époques de l'année. Ces résultats sont publiés dans les Annuaires de l'observatoire de Montsouris. Nous nous sommes assurés :

» 1° Que tout l'acide était retenu, un second tube témoin donnant exactement le repère;

» 2° Que l'approximation obtenue était inférieure à un demi-litre d'acide par 100^{mc} d'air;

» 3° Que des solutions étendues des divers alcalis fournissent exactement les mêmes résultats;

» 4° Que les variations de l'acide carbonique, variations dont nous avons affirmé la réalité, il y a plus de dix ans, n'avaient, en somme, qu'une amplitude assez faible.

» Ainsi, nous prenons dans notre registre d'expériences les nombres suivants, relatifs à 100^{mc} d'air :

Paris, place Saint-Gervais.

1898. Mai	13.	Double analyse :	Potasse...	30,2 lit	Potasse...	30,2 lit
»	17.	»	» ...	30,3	» ...	30,3
»	19.	»	» ...	31,5	» ...	31,4
»	21.	»	» ...	31,7	Baryte....	31,8
»	23.	»	» ...	32,3	» ...	32,2
»	25.	»	» ...	30,5	» ...	30,5

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1651; 1898.

» Si l'on recueille dans un ballon l'air débarrassé d'acide carbonique par son passage à travers un de nos tubes de potasse et n'ayant plus rien fourni à un second tube témoin et qu'on laisse cet air en contact, durant deux heures, avec une nouvelle solution de potasse, *on constatera la présence d'une nouvelle quantité d'acide carbonique*. Cet acide carbonique complémentaire, que l'on pourrait obtenir ainsi au sortir des tubes d'absorption, mais que nous préférons doser directement comme nous le disons plus loin, varie dans des proportions considérables; à certains jours, on n'aura que la quantité correspondant à 2, 3, 4 litres d'acide pour 100^{mc} d'air; d'autres jours, on obtiendra 10, 20, ..., 70 litres. Nous avons trouvé, le 2 août dernier, avec notre ballon, 114^{lit} d'acide carbonique dans 100^{mc} d'air, tandis que les tubes n'accusaient que 30^{lit},0.

» Nous avons décrit, dans une précédente Note [1], notre procédé opératoire, modifié depuis en quelques points : la solution initiale de potasse est de 7^{gr} par litre; l'acide destiné à la saturer est une solution acétique contenant 3^{gr} d'acide cristallisable par litre : l'alcali est abrité de l'air par une couche légère d'éther de pétrole.

» Nous nous sommes assurés :

» 1° Qu'une atmosphère artificielle, ne contenant que de l'acide carbonique tout formé, abandonnait à la potasse de notre ballon la totalité de son acide carbonique, *après dix minutes* de contact;

» 2° Que l'air atmosphérique donnait des résultats différents quand le contact était de *dix minutes* ou de *deux heures;*

» 3° Qu'un contact de deux heures était suffisant pour transformer en acide carbonique le carbone des matières gazeuses de l'air; les résultats ne varient pas quand le contact est prolongé durant plusieurs jours.

» En conséquence, nous recueillons chaque jour, à la même heure (3^{h}30^m p. m.), au même point de la place Saint-Gervais (1^m au-dessus du sol), un échantillon d'air dans deux ballons jaugés. Les titrages sont faits au bout de dix minutes pour le premier, au bout de deux heures pour le second.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus correspondant à 100^{mc} d'air :

1898.	θ.	P.	10 min.	2 heures.	Différences.	Observations.
	mm	°	lit	lit	lit	
Juillet 12.	19,4	765,0	30,2	33,1	2,9	Temps couvert. Peu de vent.
» 15.	19,6	765,0	31,3	36,6	5,3	Beau temps. Plein soleil.

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 125; 1896.

1898.	θ.	P.	10 min.	2 heures.	Différences.	Observations.
	mm	o	lit	lit	lit	
Juillet 16.	20,8	763,0	31,6	35,1	3,5	Beau temps. Plein soleil.
» 18.	22,2	762,0	31,8	35,4	3,6	Temps chaud et lourd.
» 19.	24,5	760,0	30,9	36,0	5,1	Beau temps. Vent.
» 20.	19,2	762,5	46,9	59,6	12,7	Prélevé l'air $2^h 30^m$ après pluie d'orage.
» 21.	22,8	764,5	54,3	58,9	4,6	Beau temps.
» 22.	26,3	758,5	35,2	37,4	2,2	Beau temps. Un peu de vent.
» 23.	21,0	760,0	33,4	44,1	10,7	Temps sombre. Grand vent.
» 25.	23,5	764,2	35,3	43,6	8,3	Temps lourd et sombre.
» 26.	25,9	763,8	39,1	39,4	0,3	Temps lourd ensoleillé.
» 27.	25,0	762,3	32,2	36,2	4,0	Beau temps.
» 28.	24,5	760,2	33,1	35,4	2,3	Beau temps, lourd et orageux.
» 29.	18,7	761,8	30,9	34,7	3,8	Orage dans la nuit précédente.
» 30.	17,6	766,0	33,8	34,4	0,6	Temps sombre. Vent violent.
Août 1.	23,9	763,3	38,7	42,9	4,2	Beau temps.
» 2.	24,7	762,0	57,9	114,0	56,1	Temps chaud. Travaux sur la place.

» Les différences entre les deux résultats quotidiens donneront, nous l'espérons, d'utiles renseignements sur la quantité de ces matières gazeuses carbonées dont la présence intéresse l'hygiène urbaine.

» Mais ces différences ne donnent actuellement que des minima, car il est bien certain, d'après les nombres mêmes que nous publions, que l'action des gaz carbonés s'exerce dans le ballon durant les dix premières minutes.

» Nous obtiendrions les différences exactes s'il était possible de comparer les résultats obtenus au moyen des tubes avec les résultats obtenus par les ballons au bout de deux heures. On aurait déjà une approximation bien suffisante en retranchant de la lecture des ballons (deux heures) le nombre moyen, peu variable, représentant l'acide carbonique atmosphérique : nos Tableaux donneraient ainsi la quantité des gaz carbonés *au moment de l'expérience*.

» Nous essayons, en ce moment, de doser d'une manière continue l'acide carbonique total en des points déterminés de la ville (place Saint-Gervais, observatoire de Montsouris).

» Jusqu'à ce que nous soyons arrivés à ce résultat, nous continuerons à effectuer chaque jour, à la même heure, des prélèvements d'air en ces points. »

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 aout 1898.

Du sens chromatique dans l'antiquité, par le Dr N.-P. Bénaky, de Smyrne. Paris, A. Maloine, 1897; 1 vol. in-8°.

Commission géologique du Canada; Rapport annuel. Nouvelle série. Vol. VIII, 1895. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1897; 1 vol. in-8°.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der kaiserlich-japanischen Universität zu Tokio. Band IV, N° I. Tokio, 1898; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 aout 1898.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. Tome III. N° 1. Juillet 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Juillet 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue de Chimie et de Physique et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. Schutzenberger. N° 10. 10 août 1898. Tours, Deslys frères; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel; E. Valin, Secrétaire annuel. N° 32. Séance du 9 août 1898. Paris, G. Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1896-1897. Rouen, Cagniard, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : E. Mascart. Année 1898. Nos 181 à 214; in-4°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie. *Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie.* Troisième série. Septembre 1898. Directeur : Joseph Vinot. Tours et Mayenne, E. Soudée; 1 fasc. in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the

royal observatory, Greenwich, in the year 1895. London, Darling and Son, 1897; 1 vol. in-4°.

Results of meridian observations of stars, made at the royal observatory, Cape of Good Hope, in the year 1892 *to* 1895. London, Darling and Son; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AOUT 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* 1898, *DQ* (*Witt* 1898, *août* 14), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*). Note de M. Jean Mascart.

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	✱ — ★. ΔR.	✱ — ★. ΔD.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Août 18....	*a*	9,7	−0.33,21	+1.12,1	4: 4
18....	*a*	9,7	−0.36,46	+0.15,3	4: 4
19....	*b*	10,0	+2.14,25	−0. 4,1	9:12
19....	*b*	10,0	+2.11,08	−0.10,6	12: 4
20....	*b*	10,0	+0.38,33	+0.18,7	4: 4
20....	*b*	10,0	+0.34,42	+0.17,0	4: 4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Août 18.	*a* 5753 BD — 6°	21.19.44,14	+4,42	—6°.21′.18″,5	+19″,8	Rapportée à (*c*)
19.	*b* 5738 BD — 6	21.14.53,75	+4,42	—6.20. 4,3	+19,5	11481 Munich$_2$
20.	*b* 5738 BD — 6	21.14.53,75	+4,42	—6.20. 4,3	+19,6	Id.
	c 5757 BD - 6	21.21.12,86	»	—6.26.33,5	»	430 W$_1$, 21^h

L'étoile (*a*) a été rapportée à l'étoile (*c*) avec l'équatorial et l'on a trouvé ainsi :

$\star a - \star c$: ΔÆ $= - 1^m 28^s,72$; Δ⊕ $= + 5' 15'',0$ 9:6 comparaisons.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Août 18....	9.42. 3	21.19.15,35	$\bar{1}$,250$_n$	—6°.20′.46″,6	0,855
18....	10.22.24	21.19.12,10	$\bar{1}$,056$_n$	—6.20.43,4	0,858
19....	12.23.43	21.17.12,42	$\bar{1}$,005	—6.19.48,9	0,858
19....	13. 7.23	21.17. 9,25	$\bar{1}$,234	—6.19.55,4	0,856
20....	9.33.32	21.15.36,50	$\bar{1}$,239$_n$	—6.19.26,0	0,855
20....	10.24.32	21.15.32,59	$\bar{2}$,961$_n$	—6.19.27,7	0,858

Remarques. — La planète est de grandeur 10,5 environ.

Les observations du 19 ont été faites par ciel brumeux et avec des images ondulantes.

MÉCANIQUE. — *Sur les groupes continus de mouvements d'une variété quelconque.* Note de M. G. **Ricci**, présentée par M. Darboux.

« J'appelle *mouvements sans déformation* d'une variété quelconque V tous les mouvements des points de V qui ne produisent aucune altération dans leurs distances réciproques; par d'autres mots toutes les transformations de V qui changent en elle-même l'expression du carré de son élément linéaire.

» Je vais donner la solution du problème suivant : *Une famille* (¹) *de*

(¹) Dans une variété V à n dimensions, je désignerai ici par le nom de *famille* tout ensemble de variétés à m dimensions (étant $m < n$) contenues dans V et telles que, pour chaque point de V, il passe une et une seule variété de la famille.

lignes l étant donnée dans une variété quelconque V, *reconnaître s'il existe un groupe continu de mouvements sans déformation de* V, *qui aient les lignes l comme trajectoires.*

» On sait qu'on peut toujours regarder la variété V comme faisant partie d'un espace plan doué d'un nombre suffisamment grand de dimensions. En me rapportant à un tel espace, j'appelle *courbure géodésique* de toute ligne conduite dans la variété V un certain vecteur, qui est identiquement nul si la ligne est géodésique, et qui est normal à la ligne et déterminé en chaque point de la ligne en tout autre cas (¹). Si les lignes d'une certaine famille ne sont pas géodésiques, le vecteur, qui, pour chaque point P de V, représente la courbure géodésique de la ligne qui passe par P et qui appartient à la famille, enveloppe une nouvelle famille de lignes que j'appellerai *famille des lignes de courbure géodésique* de la famille donnée.

» Cela étant posé, on a le théorème suivant :

» *Une famille de lignes l étant donnée dans une variété quelconque* V *à n dimensions, pour l'existence d'un groupe continu de mouvements sans déformations de* V *ayant les lignes l comme trajectoires il faut et il suffit :*

» *a. Que la famille des lignes de courbure géodésique de la famille l soit normale à une famille de variétés à n — 1 dimensions;*

» *b. Que les racines d'une certaine équation algébrique du degré n — 1 soient toutes égales entre elles;*

» *Si la variété* V *est plane et si la famille l est normale à une famille de variétés à n — 1 dimensions, les racines dont il s'agit ne sont que les inverses des rayons principaux de courbure de ces variétés;*

» *c. Que les lignes de courbure géodésique de toute famille normale à l soient aussi normales à l.* »

PHYSIQUE. — *Températures de fusion de quelques corps à des pressions élevées* (²). Note de M. E. Mack, présentée par M. Lippmann.

« L'appareil qui a permis d'étudier la naphtaline jusqu'à 150°,6 et 2140 atmosphères est composé d'un manomètre à piston libre, d'un com-

---

(¹) Voir Ricci, *Dei sistemi di congruenre ortogonali in una varieta qualunque* (*Memorie della R. Accademia dei Lincei*, 5ᵉ série, vol. II, p. 298).

(²) Travail fait au laboratoire des Recherches physiques de la Faculté des Sciences de Paris.

presseur à piston mû par une vis et d'un réservoir de 1cc environ, dans lequel la naphtaline est enfermée sur du mercure. Ces trois organes, construits en acier, sont reliés par des tubes d'acier fin, de manière à constituer un seul espace clos, exactement rempli de liquides.

» Le réservoir de naphtaline est placé dans un bain d'huile dont la température peut être maintenue très invariable à l'aide d'un second bain concentrique, isolé du premier et de l'extérieur.

» Le piston libre est construit sur le même type que celui du manomètre de M. Amagat (1), mais il n'a que $2^{mm},008$ de diamètre et la pression est mesurée très simplement par le poids d'une charge qu'il soulève par l'intermédiaire d'un étrier.

» Ce même piston sert à observer le changement de volume qui permet de constater la fusion. A cet effet, la naphtaline étant à l'état solide, on décomprime à température constante en enlevant un à un des poids de 500^{gr}, par exemple. Chaque fois le piston est soulevé un peu par la dilatation de toute la matière comprise dans l'appareil. Quand la pression de fusion est atteinte, la suppression d'un seul poids produit une ascension très supérieure aux précédentes, et qui n'est plus instantanée; elle dure quelques minutes.

» On note cette pression particulière p et la température t du bain au même instant.

» Je rapporte ici quatorze observations faites sur divers échantillons de naphtaline :

p.	*t*.	*d*.	*p*.	*t*.	*d*.
150	86,4	1,0	1135	119,75	0,15
345	93,6	1,2	1500	130,25	— 1,25
675	103,6	— 0,5	1675	138,1	1,25
865	110,9	0,2	1770	138,9	— 0,95
1045	115,25	— 1,45	1775	139,45	— 0,65
1070	117,35	— 0,15	2085	149,6	0,4
1100	117,40	— 1,0	2140	150,6	— 0,25

» Les pressions p sont exprimées en atmosphères. Leur valeur est entachée d'une petite incertitude qui provient de ce que la naphtaline, imparfaitement pure, fond progressivement dans un intervalle moyen de 30 atmosphères. La fusion, observée au dilatomètre, à la pression ordinaire, est également progressive de 79°,9 à 80°,1.

» d est la différence de la température observée t à la température calculée au

---

(1) Amagat, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXIX; 1893.

moyen de l'expression

$$t = 79,8 + 0,0373p - 0,0000019p^2.$$

» On voit que cette loi parabolique traduit les observations de manière satisfaisante. Le coefficient de p^2 étant très petit, l'élévation de la température de fusion est presque proportionnelle à la pression [1].

» J'ai étudié en 1897 quelques corps au moyen d'un procédé, peut-être imparfait, mais très simple. Deux branches d'un tube de verre capillaire fermé plongent dans deux bains de températures différentes. L'une contient de la naphtaline, l'autre le corps étudié. Le reste du tube est plein de mercure, de sorte que la pression s'élèvera quand le tube sera chauffé en partie. Pendant que les températures de l'un des bains varie lentement, on observe à travers le verre, par le changement de volume et d'apparence, la fusion dans une branche et simultanément la solidification dans l'autre branche. On détermine ainsi les températures de fusion des deux corps à une même pression qu'il n'est pas besoin de mesurer, puisque la loi de fusion de la naphtaline est connue.

» Voici quelques résultats :

Naphtylamine α.

p	1	515	900
t	48,5	60,5	68,3

Diphénylamine.

p	1	355	670
t	52	62,5	70,5

Paratoluidine.

p	1	280	430	570	730
t	39	50,8	55	59,5	64

» L'incertitude de ces chiffres ne dépasse pas un degré ou 30 atmosphères.

» En représentation graphique les points observés sont à peu près en ligne droite, à l'exception du premier pour la paratoluidine.

» Ces résultats ne confirment point l'existence des maxima que M. Da-

(1) M. Barus (*American journal of Science*, 3e série, t. XLII, p. 125; 1891) a déterminé les pressions correspondant à 83°, 90°, 100°, 117° et 130°. Elles s'écartent peu de cette loi, pas au delà de 50 atmosphères.

mien [1] et M. Demerliac [2] ont cru pouvoir assigner aux températures de fusion de ces corps. Toutes les températures ici mentionnées sont très supérieures à ces prétendus maxima. L'observation de cristaux bien figurés à ces températures ne laisse aucun doute. Elle peut se répéter plus simplement en enfermant le corps seul dans un tube capillaire que l'on chauffe. Il se comprime et reste en partie cristallisé [3]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les oxydes de sodium.* Note de M. DE FORCRAND.

« L'étude des oxydes anhydres des métaux alcalins a été faite anciennement par Davy et par Gay-Lussac et Thenard, puis reprise il y a quelques années par Vernon-Harcourt. M. Békétoff y a ajouté la chaleur de formation du Na^2O. Malgré l'autorité de ces noms, il est difficile, lorsqu'on se reporte aux Mémoires de ces savants, de considérer leurs résultats comme complets et définitifs.

» J'ai repris ces recherches, en suivant une marche analogue à celle que recommande Vernon-Harcourt : combustion directe du métal dans l'air sec et décarbonaté. La présente Note est relative au sous-oxyde et au bioxyde du sodium.

» Je fais fondre, à chaque opération, une vingtaine de grammes de sodium dans une cornue de verre tubulée, adaptée à un grand ballon tubulé refroidi, tout l'appareil étant traversé par un courant lent d'air sec et privé d'anhydride carbonique.

» Un peu au-dessus du point de fusion, le sodium se recouvre, ordinairement sans s'enflammer, d'une couche grise qui bientôt se soulève par place et forme des arborescences volumineuses grises. On peut arrêter l'expérience après cette première période, lorsque cette substance n'augmente plus de volume et ne change pas encore d'aspect.

» Si on la prolonge, la matière grise s'enflamme dans le courant d'air, et cette combustion vive est accompagnée de deux phénomènes :

» 1° Production de vapeurs blanches qui se condensent très difficilement et en partie seulement dans la cornue et dans le ballon;

---

(1) DAMIEN, *Comptes rendus,* t. CXII, p. 785; 1891.

(2) DEMERLIAC, *Thèse,* 1898, et *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1117; 1896, et t. CXXIV, p. 75; 1897.

(3) M. HEYDWEILLER (*Wied. Ann.,* t. LXIV, 1898, p. 725) a aussi réalisé par ce procédé qualitatif des expériences qui lui font mettre en doute les observations des auteurs précités.

» 2° A mesure que la combustion de la matière grise se poursuit, elle se transforme en une substance jaunâtre, poreuse, qui conserve sa forme et qui, par refroidissement, devient presque complètement blanche.

» J'ai fait un grand nombre de fois cette expérience, et j'ai séparé et analysé les produits suivants :

» 1° *Matière grise formée au début.* — C'est un sous-oxyde de sodium, dont l'existence avait été d'abord annoncée, puis contestée. Sa formule est Na^3O.

» Mais il est impossible de l'obtenir pur, sans mélange, soit de sodium métallique, soit de protoxyde Na^2O ou de bioxyde Na^2O^2.

» J'ai pris le parti d'arrêter l'oxydation alors qu'il reste encore beaucoup de sodium non attaqué, et de détacher, en brisant la cornue, la couche superficielle.

» L'analyse a donné :

		Calculé pour Na^3O.	Calculé pour $Na^3O + \frac{1}{7}Na$.
Na dosé { par l'alcalimétrie....	81,88 }	81,18	81,88
Na dosé { à l'état de sulfate....	81,96 }		
H dégagé par l'action de l'eau (pour $0^{gr},1512$ de matière)...	$22^{cc},05$	19,62	21,84

» C'est donc bien un sous-oxyde Na^3O, mélangé seulement de $\frac{1}{7}$ de Na. L'échantillon analysé contenait 96,26 pour 100 de Na^3O. Ce corps est gris, poreux, d'aspect homogène. Il n'absorbe pas rapidement la vapeur d'eau, mais peu à peu l'oxygène de l'air, en devenant de plus en plus blanc et passant à l'état d'oxydes supérieurs. Projeté dans l'eau, il fournit un dégagement très violent et instantané d'hydrogène pur.

» 2° *Matière blanche condensée dans le ballon réfrigérant, ou neige sodée.* — C'est un corps extraordinairement léger; on n'en recueille que quelques grammes, en réunissant plusieurs opérations. Il est extrêmement avide d'eau, comme la neige phosphorique qu'il rappelle par son aspect.

» Son analyse a donné 58,13 pour 100 de Na (au lieu de 58,97 pour la formule Na^2O^2). C'est donc du bioxyde de sodium.

» 3° *Matière blanche tapissant l'intérieur du col et du dôme de la cornue.* — Elle se détache en feuilles minces qu'on enferme rapidement dans des flacons secs, opération toujours beaucoup trop longue et pendant laquelle il se fixe toujours quelques centièmes d'eau. Pour cette raison, le dosage du sodium n'est pas suffisant, et il donne des nombres variables (de 55 à 58 pour 100 de sodium au lieu de 58,97). Il faut compléter l'analyse en mesurant l'oxygène dégagé par l'action de l'eau, et celui qui reste dans l'eau à l'état d'eau oxygénée (ou de dissolution de Na^2O^2). Ce dosage se fait aisément au moyen d'un appareil analogue à l'uréomètre Regnard. Voici les résultats d'une de ces analyses complètes :

	Trouvé.	Calculé pour Na^2O^2.
Na................................	56,08	58,97
O correspondant pour former Na^2O....	19,50	20,51
O en excès.........................	19,16	20,51
H^2O par différence..................	5,26	0,00

» Ce corps a donc pour formule $Na^2O^2 + 0,24 H^2O$. Il contient 95 pour 100 de Na^2O^2. C'est donc encore du bioxyde de sodium.

» 4° *Matière légèrement jaunâtre, qui reste dans la cornue.* — C'est la plus abondante. Lorsqu'on l'analyse on y trouve toujours un peu d'eau, comme pour le produit précédent. En outre, la richesse en sodium est très variable. Voici les résultats des deux essais :

	Échantillon A.	Échantillon A'.
Na	64,24	60,18
O correspondant	22,34	20,93
O en excès	9,30	11,46
H^2O par différence	4,12	7,43

ce qui correspond aux formules suivantes :

A. $Na^2O^{1,415} + 0,16 H^2O$ ou bien $Na^2O^2 + 1,3 Na^2O + 0,35 H^2O$,
B. $Na^2O^{1,55} + 0,31 H^2O$ ou bien $Na^2O^2 + 0,9 Na^2O + 0,6 H^2O$.

» Ce sont des mélanges, en proportions variables, de protoxyde et de bioxyde.

» Ces mélanges, placés de nouveau dans les mêmes conditions et chauffés dans le courant d'air, absorbent une nouvelle dose d'oxygène et passent à l'état de Na^2O^2, comme le prouvent les analyses suivantes :

	Échantillon A' provenant de A.	Échantillon B' provenant de B.
Na	58,49	56,66
O correspondant	20,34	19,71
O en excès	19,80	20,42
H^2O par différence	1,37	3,21

ce qui correspond à

$$Na^2O^2 + 0,05 H^2O \quad \text{et} \quad Na^2O^2 + 0,14 H^2O.$$

» C'est donc bien du bioxyde de sodium contenant de 96,79 à 98,63 pour 100 de Na^2O^2.

» On voit par là que l'action de l'air sec et décarbonaté, sur le sodium chauffé au-dessus de son point de fusion, produit successivement trois oxydes Na^3O, Na^2O, Na^2O^2. Il ne se forme pas de trioxyde Na^2O^3.

» On voit aussi qu'on ne peut songer à isoler par ce procédé l'oxyde intermédiaire ou protoxyde Na^2O, qui serait toujours mélangé de l'un ou de l'autre des oxydes Na^3O ou Na^2O^2. On peut seulement préparer le sous-oxyde Na^3O retenant quelques traces de sodium et le bioxyde retenant quelques traces d'eau. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorures de lithium ammoniacaux.* Note de M. J. **Bonnefoi.**

« J'ai annoncé antérieurement (¹) que les sels haloïdes du lithium formaient avec l'ammoniac et la méthylamine des composés analogues à ceux décrits par Isambert, et j'ai fait connaître quelques résultats, notamment la chaleur dégagée en passant de $LiCl, 2AzH^3$ à $LiCl, 3AzH^3$ ($+11^{Cal},10$), nombre qui concorde avec celui que donne la formule de Clapeyron ($+11^{Cal},09$) appliquée aux tensions de dissociation du corps $LiCl, 3AzH^3$ pour les températures 43°, 50° et 60°.

» J'ai pu depuis compléter l'étude des quatre combinaisons possibles avec le gaz ammoniac et le chlorure de lithium : $LiClAzH^3$, $2AzH^3$, $3AzH^3$ et $4AzH^3$.

» I. $LiClAzH^3$. — Il se forme toutes les fois que l'on fait absorber AzH^3 par LiCl, rigoureusement pur et sec, à une température supérieure à + 85°, à la pression atmosphérique, ou bien que l'on maintient les composés qui suivent à plus de + 85°, en laissant l'ammoniac se dégager.

» Sa chaleur de dissolution (dans 6^{lit} d'eau), vers +15°, est de $+5^{Cal},385$. On en déduit :

$$LiCl \text{ sol.} + AzH^3 \text{ gaz} = LiClAzH^3 \text{ sol} \ldots\ldots \quad +11^{Cal},842$$

» Les tensions de dissociation ont été mesurées avec soin pour quatre températures :

à + 88°	256^mm
à + 96	367
à +109,2	646
à +119	975

» La formule de Clapeyron permet de faire les calculs suivants :

de 88° à 96°	$+11^{Cal},869$
de 88 à 109,2	+11,922
de 88 à 119	+11,956
de 96 à 109,2	+11,928
de 109,2 à 119	+11,982

ce qui concorde sensiblement avec le nombre trouvé directement (+11,842).

» II. $LiCl, 2AzH^3$. — Il se produit toutes les fois qu'on fait absorber AzH^3 par

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 771.

LiCl, entre +60° et +85°, ou bien en maintenant les composés suivants entre ces deux températures.

» Sa chaleur de dissolution étant de $+2^{Cal},668$ pour 8^{lit}, on en conclut :

$$\text{LiCl sol.} + 2\,\text{AzH}^3\ \text{gaz} = \text{LiCl}, 2\,\text{AzH}^3\ \text{sol.}\ldots \quad +23^{Cal},359$$

» Par suite la différence +23,359 — 11,842 = + 11,517 mesure la chaleur de fixation de la seconde molécule de AzH^3 sur $LiClAzH^3$.

» Les tensions de dissociation sont :

à +68°,8	373mm
à +77	558
à +83	739
à +89,2	980

ce qui donne, avec la formule de Clapeyron :

de 68°,8 à 77°	+11Cal,628
de 68,8 à 83	+11,643
de 68,8 à 89,2	+11,617
de 77 à 83	+11,546
de 77 à 89,2	+11,583
de 83 à 89,2	+11,601

» III. $LiCl, 3AzH^3$. — Il se forme entre + 20° et + 60°.

» J'ai déjà publié sa chaleur de formation : $+ 34^{Cal},456$.

» La différence + 34,456 — 23,359 = $+ 11^{Cal},097$ représente la chaleur de fixation du troisième AzH^3.

» Les tensions de dissociation sont :

à +43°	320mm
à +50	473
à +60	790
à +62,2	882
à +65	1011

ce qui donne, avec la formule de Clapeyron :

de 43° à 50°	+11Cal,270
de 43 à 60	+11,070
de 50 à 60	+10,920
de 60 à 62,2	+11,080
de 60 à 65	+11,010

» IV. $LiCl, 4AzH^3$. — C'est le composé saturé (1). Il se forme au-dessous de +13°.

(1) Je n'ai pas obtenu de combinaison $LiCl, 5AzH^3$, même en employant AzH^3 liquide.

» La chaleur de dissolution (pour 12^{lit} d'eau) a été trouvée de $+0^{Cal},292$. On en conclut :

$$LiCl \text{ sol.} + 4AzH^3 \text{ gaz} = LiCl,4AzH^3 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +43^{Cal},335$$

et

$$LiCl,3AzH^3 \text{ sol.} + AzH^3 \text{ gaz} = LiCl,4AzH^3 \text{ sol} \ldots\ldots \quad +8^{Cal},879$$

ce dernier nombre mesurant la chaleur de fixation de la quatrième molécule de AzH^3.

» J'ai trouvé pour les tensions de dissociation de ce corps :

à 0°	384^{mm}
à $+9$	640
à $+14,5$	850

» La formule de Clapeyron donne :

de 0° à $+9^{\circ}$	$+8^{Cal},647$
de 0 à $+14,5$	$+8,597$
de $+9$ à $+14,5$	$+8,285$

ce qui concorde encore avec le nombre trouvé directement $+8^{Cal},879$.

» On voit, d'après ce qui précède, que les quatre molécules de AzH^3 fixées successivement dégagent :

Pour la première	$+11^{Cal},843$
Pour la deuxième	$+11,517$
Pour la troisième	$+11,097$
Pour la quatrième	$+8,879$

la chaleur dégagée diminuant à mesure que de nouvelles molécules s'ajoutent; en même temps, la stabilité du composé diminue et les tensions deviennent plus grandes pour une même température.

» En outre, la formule de Clapeyron donne constamment des résultats qui concordent avec les données thermochimiques directes. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dosage du tannin.* Note de M. LÉO VIGNON.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une méthode nouvelle de dosage du tannin, basée sur le principe suivant. Étant donnée une solution aqueuse de tannin, cette substance, à l'exclusion des autres corps qui l'accompagnent d'ordinaire (acide gallique, glucose, etc.), est absorbée facilement et sensiblement en totalité par la soie décreusée; il suffit de maintenir le mélange soie-tannin dissous, pendant quatre à cinq heures, à la température de 50° C., et d'employer la soie en grand excès par rap-

port au tannin qui doit être en solution diluée (5^{gr} soie, $0^{gr},1$ tannin environ, dissous dans 100^{cc} eau).

» Le tannin ainsi absorbé peut être dosé par plusieurs procédés :

» *a.* Par pesée directe, en déterminant la différence des poids absolus de la soie avant et après absorption.

» *b.* Par différence, en pesant l'extrait à 110° de la solution de tannin avant et après absorption par la soie.

» *c.* Par différence, en titrant par le permanganate de potassium, avant et après l'action de la soie, la solution de tannin additionnée de carmin d'indigo.

» Dans ce dernier cas, la différence trouvée sur le permanganate est convertie en tannin (acide gallotannique), en appliquant le coefficient d'équivalence de Neubauer, confirmé par Sisley (1^{cc} de solution de permanganate de potassium, à $3^{gr},164$ par litre $\frac{K^2Mn^2O^8}{100}$, correspond à $0^{gr},004155$ de tannin pur).

» Le procédé *a* est long, compliqué et manque d'exactitude. Le second *b*, très simple et très expéditif, donne des résultats suffisants pour la pratique. Le troisième *c* est le plus exact.

» Voici les expériences justificatives de la méthode proposée :

» J'ai effectué des dosages de tannin sur des échantillons de sumac, de galle de chêne, par la méthode nouvelle et par un certain nombre de méthodes anciennes donnant les meilleurs résultats.

» 1. Méthode nouvelle (absorption soie décreusée, titration au permanganate).

» 2. Méthode Aimé Girard (absorption par les cordes à violon, titration au permanganate).

» 3. Méthode Sisley (précipitation du tannin par l'acétate de zinc ammoniacal)

» 4. Méthode nouvelle (absorption soie, pesée des extraits).

» 5. Méthode Aimé Girard (absorption cordes à violon, pesée des extraits).

	Tannin trouvé pour 100 de matière.	
	Sumac 20^{gr} feuilles. 1000^{cc} eau.	Galle 10^{gr}. 1000^{cc} eau.
Méthode 1..........	16,34	52,42
» 2..........	16,34	52,42
» 3..........	16,27	52,03
» 4..........	16,40	52,65
» 5..........	16,50	53,10

» Les résultats sont très concordants, dans les limites d'exactitude des essais techniques.

» La méthode basée sur l'emploi de la soie décreusée devra être appliquée de la façon suivante :

» *Soie.* — Soie décreusée, lavée et rincée à l'eau distillée. On peut la préparer facilement en traitant 20^{gr} de soie grège par deux bains successifs de 500^{cc} d'eau distillée tenant en suspension 50^{gr} de savon blanc. Chaque bain doit agir pendant trente minutes, à l'ébullition. La soie est lissée dans le bain de savon, essorée, tordue après le premier bain, tordue et rincée complètement à l'eau distillée après le deuxième bain pour enlever tout le savon. Pour chaque dosage de tannin, on emploie 5^{gr} de soie environ (pesée à $0^{gr},01$ près).

» *Dissolution de tannin.* — On pèse 3^{gr} de tannin à l'éther (contient 86 en moyenne pour 100), 10^{gr} de matières riches (noix de galle à 50 environ pour 100), 20^{gr} de matières moyennes (sumac, écorces de chêne, etc.); on épuise méthodiquement avec de l'eau distillée chaude (60°), on filtre et l'on complète avec de l'eau distillée à 1000^{cc} mesurés à 15° C.

» *Permanganate de potassium.* — Liqueur à $3^{gr},164$ $K^2Mn^2O^8$ par litre, vérifiée par l'acide oxalique ou le sulfate ferreux.

» *Solution d'indigo.* — 20^{gr} de carmin d'indigo surfin en pâte, à 20 pour 100 dans 1^{lit} d'eau.

» *Dosage.* — Soit à doser le tannin dans une galle de chêne : 10^{gr} de galle sont épuisés par 1000^{cc} d'eau (A), 25^{cc} (A) sont étendus à 250^{cc} (B).

» *Titration de l'indigo par le permanganate.* — Dans une capsule de porcelaine de 2^{lit}, on met 1^{lit} d'eau distillée, 50^{cc} de solution d'indigo, 100^{cc} d'acide sulfurique pur, on ajoute ensuite, par une burette à robinet de verre de 50^{cc} divisée en $\frac{1^{cc}}{10}$, la liqueur de permanganate (1 goutte par seconde) en agitant régulièrement jusqu'à décoloration de l'indigo. Soit 22^{cc} de permanganate pour 50^{cc} d'indigo.

» *Titration du tannin en présence de l'indigo.* — 1^{lit} d'eau distillée, 50^{cc} d'indigo, 50^{cc} de tannin, 10^{cc} d'acide sulfurique, on a trouvé pour décoloration :

Permanganate	$40^{cc},05$
D'où l'on déduit, pour l'indigo	22
Soit, pour le tannin	18,05

» *Absorption du tannin.* — 100^{cc} de la liqueur (B) sont additionnés de 5^{gr} de soie décreusée dans un poudrier de 250^{cc} bouché à l'émeri, et maintenus à l'étuve à 50° pendant cinq heures (pas davantage) en agitant de temps en temps. Après refroidissement, la liqueur tannique baignant la soie est titrée à nouveau par le permanganate.

» *Titration de la liqueur après absorption.* — En présence de l'indigo, 1^{lit} d'eau distillée, 50^{cc} de liqueur épuisée, 50^{cc} d'indigo, 10^{cc} d'acide sulfurique, on a trouvé :

Permanganate	$26^{cc},80$
D'où l'on déduit, pour l'indigo	22
	4,80

» Le tannin absorbé par la soie correspond à

$$18,05 - 4,80 = 13^{cc},25 \text{ permanganate.}$$

On déduit, pour la teneur pour 100 en tannin (compté en acide gallotannique) de l'échantillon considéré :

$$13,25 \times 1000 \times 0,004155 = 55,05.$$

» Nous avons dit que l'opération pouvait être simplifiée, en perdant un peu de son exactitude, en déterminant l'extrait à 110° avant et après l'absorption, et en calculant le tannin par différence.

» La méthode proposée présente les avantages suivants :

» La matière absorbant le tannin, la soie décreusée, s'obtient très facilement à l'état de pureté : elle est homogène, régulière, inaltérable, elle se pèse et se manie facilement. Les cordes à violon, au contraire, demandent une préparation assez longue; les poudres de peau, irrégulières, cédant à l'eau des matières organiques solubles, ne présentent aucune garantie. L'absorption par la soie s'effectue en cinq heures à 50°, tandis que les cordes et la poudre de peau ne peuvent être employées qu'à froid et pendant trente heures environ.

» Enfin la coloration de la soie, après absorption, permet d'apprécier comparativement le degré de coloration du tannin : cette indication est fort utile pour la teinture et la tannerie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la composition des sulfures de strontium phosphorescents*. Note de M. **J.-R. Mourelo**. (Extrait.) [1].

« La décomposition, à la température du rouge, de l'hyposulfite et du sulfite de strontium, donne lieu à la formation de produits qui ont été antérieurement examinés.

» En traitant une solution saturée de chlorure de strontium par une solution saturée d'hyposulfite de sodium, j'ai obtenu un précipité blanc qui a gardé toujours du chlorure de sodium, même après être lavé plusieurs fois avec de l'alcool. Le produit de la décomposition de cet hyposulfite de strontium contient donc, outre le sulfure et le sulfate de ce métal, une assez grande proportion de chlorure de sodium, ainsi que

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

je l'ai montré. On peut dire la même chose du mélange provenant de la calcination du sulfite de strontium impur.

» Dans les deux cas, la phosphorescence, assez intense, est vert jaunâtre, bien différente de celle qu'offrent les sulfures de strontium obtenus par d'autres procédés. Mais ceux-ci sont plus stables, peut-être à cause de la couche de chlorure sodique fondu qui enveloppe leurs particules et les protège de l'action oxydante de l'air. J'ai gardé, pendant deux et trois mois, les sulfures de strontium obtenus en décomposant par la chaleur le sulfite et l'hyposulfite, sans augmentation sensible dans la quantité de sulfate de strontium qu'ils contenaient au moment de leur préparation.

» L'application de la méthode imaginée par M. Verneuil, au moyen de laquelle il obtint un sulfure de calcium très phosphorescent, m'a donné des résultats qui ne manquent pas d'intérêt.

» Ce procédé comprend deux opérations :

» La première a pour but de préparer de la strontiane impure. Pour cela, 500^{gr} de carbonate de strontium furent arrosés avec une solution aqueuse contenant 6^{gr},90 de carbonate de sodium et 0^{gr},42 de chlorure de sodium : la masse, une fois séchée, fut soumise à la chaleur rouge.

» Dans la seconde opération, la strontiane obtenue fut mélangée avec 106^{gr} de soufre et 2^{gr} de sous-nitrate de bismuth, et chauffée pendant quatre heures au rouge vif. Le produit présente une phosphorescence verte, très intense. Il contient du sulfure de strontium, du sulfure de sodium, du sulfure de bismuth, du chlorure de sodium, des traces d'oxyde de bismuth et de sulfate de sodium, et des quantités de sulfate de strontium variables, dépendant de l'accès qu'on a laissé à l'air pendant l'opération. Ce mélange phosphorescent paraît couvert d'une pellicule fondue; il est moins altérable à l'air, quoiqu'il perde en partie sa propriété phosphorescente au bout d'un certain temps.

» ... J'appellerai surtout ici l'attention sur les impuretés dont la présence contribue à la phosphorescence. Dans une masse, relativement grande, de sulfure de strontium, se trouvent des proportions minimes de sulfate de strontium, de sulfure et de chlorure de sodium, de sulfure et d'oxyde de bismuth. Dans ces conditions, la phosphorescence est splendide, et si durable que je garde des sulfures préparés par la méthode de Verneuil, modifiée par moi : après deux années, ils brillent comme le premier jour, quoiqu'ils ne remplissent pas les flacons où ils sont enfermés. Les expériences ont démontré que, dans ce cas, la substance vraiment active est le bismuth à l'état de sous-nitrate; mais son activité même ne se développe qu'en présence des composés alcalins.

» Quant à la proportion, j'ai obtenu les meilleurs résultats à la dose de 2^{gr} de sous-nitrate pour 100^{gr} de carbonate de strontium, avec 2^{gr} de carbonate de sodium et 0^{gr},12 de chlorure de sodium. Avec des quantités

moindres, on obtient une phosphorescence moins intense; avec des proportions triples, on obtient un produit gris qui n'est plus phosphorescent, même après une longue exposition à la lumière.

» ... Il est, pour moi, bien avéré qu'il est nécessaire de former, en même temps que le sulfure de strontium, d'autres sulfures et du sulfate de strontium en proportions minimes.

» Quant à l'action du carbonate sodique double, il agit d'abord comme fondant; ensuite, quand la température est plus haute, il se transforme en sulfure et exerce une action chimique. Quant au chlorure de sodium, en opérant comme je l'ai fait, il s'en volatilise très peu; la partie restante protège le sulfure contre les oxydations; en outre, il contribue à donner au produit cette structure particulière qui est indispensable pour que la phosphorescence apparaisse. Enfin, le sous-nitrate de bismuth, en raison des modifications qu'il subit au contact du soufre à très haute température, représente, au moins dans le cas du sulfure de strontium, la substance éminemment active, par sa diffusion dans la masse du sulfure. Le sous-nitrate de bismuth, le sulfure de strontium pur ne sont pas phosphorescents par eux-mêmes; le sulfate de strontium ne l'est pas non plus, et cependant leur mélange ou plutôt la dissolution du sous-nitrate et du sulfate dans le sulfure, dans les proportions que j'indique, donne au phénomène son intensité maximum. »

M. **R. Onillon** adresse une formule de résolution pour l'équation complète du quatrième degré.

A 3 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AOUT 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Mesures à prendre pour l'uniformisation des méthodes et le contrôle des instruments employés en Physiologie.* Note de M. **Marey.**

« Au récent Congrès international tenu à Cambridge, du 22 au 27 courant, j'ai fait une proposition destinée à établir entre les physiologistes une entente devenue indispensable. Cette proposition a été adoptée par mes Collègues; voici à peu près en quels termes elle était conçue :

» Les rapides progrès de la Physiologie, à notre époque, sont l'œuvre d'une légion de chercheurs répandus dans le monde entier. Il semble que la différence de race des hommes qui cultivent notre science soit une condition de ce progrès, chaque nation apportant à l'œuvre commune ses aptitudes spéciales et son génie propre.

» La diversité des langues est assurément un obstacle au travail collectif; mais depuis quelques années, les Instituts bibliographiques internationaux travaillent à ce que rien ne se perde de cette immense activité, à ce que chaque publication nouvelle soit fidèlement consignée dans les Annales scientifiques, portée à la connaissance de tous, soumise enfin à la critique et au contrôle qui lui donnent sa véritable valeur.

» La Physiologie semblait devoir échapper à ces difficultés par l'emploi de la méthode graphique, sorte de langue universelle soumise à des lois très simples. Bien plus, comme la courbe d'un phénomène en est l'expression naturelle, claire et concise, on pouvait s'attendre à voir, dans un grand nombre de cas, les études physiologiques se réduire à des courbes accompagnées, tout au plus, de quelques légendes explicatives.

» De telles courbes, plus expressives que le langage, devaient permettre d'apprécier, au premier coup d'œil, les ressemblances et les différences des phénomènes représentés. Il en sera ainsi, en effet, le jour où une entente commune présidera au choix des unités de longueur servant à exprimer les durées et les intensités des phénomènes.

» La situation est plus embarrassante en ce qui concerne l'emploi des appareils inscripteurs, car à l'arbitraire du mode d'expression des phénomènes s'ajoutent souvent des erreurs dans leur mesure, c'est-à-dire que la courbe tracée n'exprime pas fidèlement les phases de la variation qu'elle devrait traduire.

» A leur apparition, les appareils inscripteurs physiologiques promettaient l'expression authentique des phénomènes eux-mêmes. Les choses, malheureusement, n'étaient pas aussi simples; on s'aperçut bien vite que le même phénomène, inscrit par des appareils différents, donnait des courbes différentes. Un manomètre à mercure, par exemple, en retraçant les phases de la pression du sang dans une artère, fait interférer, avec ces variations, les oscillations propres de la colonne de mercure, tandis qu'un levier léger obéit plus fidèlement aux changements de pression qu'il retrace.

» Les leviers toutefois n'ont pas une masse négligeable et les effets de l'inertie altèrent parfois la courbe d'une manière d'autant plus prononcée que le mouvement communiqué est plus rapide.

» Que d'interprétations hypothétiques n'a-t-on pas données pour expliquer physiologiquement des inflexions d'une courbe qui n'étaient dues qu'aux vibrations propres du style traceur; et inversement, que de fois n'a-t-on pas attribué à des vibrations du style certains détails de la courbe qui appartenaient réellement au phénomène enregistré.

» C'est que la construction des instruments inscripteurs est extrêmement délicate; presque tous, dans leur forme primitive, donnaient des courbes infidèles.

» Le nombre des instruments défectueux est aujourd'hui tellement considérable que parfois nous avons peine à reconnaître, dans un tracé, certain phénomène physiologique dont la forme nous est cependant familière et que nous avons nous-même inscrit maintes fois, mais avec un instrument différent.

» Il existe, heureusement, d'une part, des principes qui doivent présider à la construction de ces instruments et, d'autre part, des méthodes qui permettent d'en contrôler la fidélité, et de déterminer jusqu'à quelle limite de vitesse leur style trace des courbes fidèles.

» Le principe dominant de ces appareils, c'est qu'il faut éviter les effets de l'inertie des masses en mouvement, effets qui sont proportionnels à ces masses elles-mêmes et au carré de la vitesse qui leur est communiquée. On devra donc, pour mesurer les variations de la pression du sang, dans le cœur ou dans une artère, ou pour mesurer la traction élastique d'un muscle qui se contracte, opposer à ces forces, non pas des poids, mais des ressorts. Et comme les ressorts eux-mêmes n'ont pas des masses entièrement négligeables, les effets de leur inertie se font sentir proportionnellement au carré de la vitesse. C'est donc cette vitesse qu'il importe de réduire en ne donnant aux tracés qu'une très faible amplitude. On ne manquera pas, ensuite, de moyens pour amplifier optiquement une courbe presque microscopique.

» Sur ce principe de l'atténuation des effets de l'inertie ont été construits des instruments d'une fidélité admirable. On connaît les merveilleux résultats obtenus par Schneebeli, par Hensen, par L. Hermann qui ont réussi à inscrire, avec leurs caractères les plus délicats, jusqu'aux ondulations de l'air produites par la voix humaine, avec une fréquence qui atteint parfois plusieurs milliers de vibrations par seconde.

» La plupart des mouvements qu'étudie le physiologiste sont relativement lents; aussi, des instruments qui seraient absolument incapables d'inscrire des actes très rapides peuvent encore donner de bons tracés du pouls et de la pulsation du cœur, si l'amplitude et la fréquence de ces mouvements ne sont pas trop grandes. C'est ici qu'interviennent les méthodes de contrôle qui ont pour but de déterminer les limites dans lesquelles on peut avoir confiance dans la fidélité d'un enregistreur.

» Ces méthodes sont nombreuses. La plus ancienne, à ma connaissance

du moins, est due à mon maître et ami regretté, Donders; elle consiste à transmettre à un appareil inscripteur un mouvement connu d'avance, ce qui permet de reconnaître s'il est fidèlement reproduit.

» D'autres méthodes encore ont été imaginées pour ce contrôle : de ce nombre est celle de Buisson. Elle consiste à soulever le levier de façon qu'il n'inscrive que le sommet des courbes; on voit ainsi disparaître les effets de l'inertie quand le levier inscripteur en était affecté.

» Il faut citer encore la méthode de Czermack, dans laquelle le style inscripteur est remplacé par un faisceau lumineux, levier idéal et sans masse qui n'est point suspect d'altérer les mouvements, même les plus rapides. Cette méthode a reçu d'admirables perfectionnements; combinée à l'emploi de la photographie, elle permet de reconnaître toujours la véritable forme d'un mouvement, d'en obtenir une courbe très pure et très fidèle qui sert à contrôler celle que fournit un appareil inscripteur.

» Pourquoi faut-il que ces méthodes ne soient pas généralement en usage et que chaque physiologiste ne sache pas toujours exactement quel degré de confiance méritent les instruments qu'il emploie? Que d'efforts perdus, lorsqu'à la suite d'un long travail on n'a obtenu que des résultats sans valeur par la faute de l'instrument employé! De tels travaux ne sont pas seulement inutiles, ils sont nuisibles; ils encombrent la bibliographie de documents erronés qu'on ne peut souvent distinguer de ceux qui sont exacts. Chaque jour aggrave cette situation fâcheuse et compromet une méthode sur laquelle on fondait légitimement les plus belles espérances.

» C'est ce danger pressant qui m'a fait prendre la parole dans ce Congrès où beaucoup de nos collègues connaissent assurément et déplorent cet état de choses; j'ai pensé qu'ils seraient disposés à rechercher les moyens d'y remédier au plus vite.

» La crise que la Physiologie traverse ne lui est point particulière; toutes les Sciences l'ont connue; cela tient à ce qu'elles se fondent par les découvertes successives de chercheurs isolés dont les efforts n'étant pas concertés ne peuvent produire un ensemble harmonieux. A mesure que les découvertes s'accumulent, elles constituent pour la Science un glorieux passé, mais aussi un obstacle aux progrès ultérieurs. Il faudra cependant, tôt ou tard, se dégager de ces vénérables entraves; heureuses les Sciences qui ont franchement pris ce parti; celle de l'Électricité nous offre, à cet égard, un exemple et un modèle.

» Quand le besoin d'unité se fait sentir partout, la Physiologie resterait-elle indifférente au mouvement général dont les hommes de science

ont été les initiateurs? Dira-t-on que, dans les phénomènes de la vie, la précision numérique ne trouve pas encore sa place? C'est là une erreur entretenue précisément par l'arbitraire qui règne dans nos moyens d'étude et d'expression de certains phénomènes physiologiques. Il est pourtant un grand nombre de ces phénomènes auxquels s'appliquent déjà les méthodes des physiciens et des chimistes avec leurs perfectionnements les plus récents.

» Les méthodes d'analyse des gaz et la calorimétrie physiologique se perfectionnent sans cesse et jettent un jour nouveau sur l'origine de la force et du travail musculaire; la mesure de cette force et de ce travail se prête, dans bien des cas, aux procédés ordinaires de la Mécanique. Enfin la Chronophotographie permet de représenter avec une précision géométrique les mouvements des êtres vivants avec toutes les phases de leur vitesse.

» Ailleurs encore, on voit apparaître une tendance à la précision : depuis plusieurs années, on se préoccupe de mesurer exactement l'intensité des excitations électriques appliquées aux nerfs et aux muscles, et de soumettre aux mesures adoptées par les physiciens les flux ou les décharges de l'électricité animale.

» Cette recherche des mesures précises et uniformes s'accentuera toujours davantage; on doit souhaiter qu'elle tarde le moins possible à se traduire par des effets.

» En ce qui concerne les appareils inscripteurs, il faut d'abord distinguer les instruments usuels, régulièrement construits, de ceux que chaque physiologiste improvise pour les besoins de ses recherches. Les dispositifs que chacun de nous fabrique de ses mains ne sont pas, à proprement parler, des instruments de mesure; ils décèlent les phénomènes bien plutôt qu'ils n'en traduisent fidèlement les caractères; ils correspondent, dans l'expérimentation, à une première phase qui sera toujours livrée à l'ingéniosité du chercheur; tout au plus doit-il s'efforcer, dans les créations de ces dispositifs, de réaliser les conditions voulues pour que le phénomène soit le moins possible altéré dans sa forme.

» Quant aux instruments usuels, il faudra leur demander davantage : aux uns, des mesures absolues de force, de pression, de température, par exemple; aux autres, des indications relatives, mais exactes, du phénomène : la courbe réelle de sa variation.

» Ainsi, un manomètre métallique inscripteur, instrument éminem-

ment usuel, devra tracer une courbe dont les ordonnées correspondent aux hauteurs de mercure ou d'eau qui exprimeraient à chaque instant la pression mesurée. Ces indications, l'instrument devra les donner sans aucune des perturbations qu'entraînerait l'emploi direct d'un manomètre à colonne liquide. Ce type de manomètre, une fois réalisé, devra servir exclusivement à toutes les expériences dans lesquelles il s'agira d'inscrire des changements de pression. Il devra être d'une capacité assez réduite pour s'appliquer aux plus grands comme aux plus petits animaux, sans altérer sensiblement la pression qu'il s'agit de mesurer.

» De même un myographe usuel devra s'appliquer aux muscles d'un animal quelconque; il devra, suivant les principes établis par Fick, donner à volonté la courbe isotonique ou la courbe isométrique de la secousse; enfin, sur la courbe tracée devront se lire les raccourcissements ou les efforts du muscle avec leurs valeurs réelles ou, s'il le faut, réduites dans un rapport déterminé.

» Quant aux appareils qui, par leur nature même, ne donnent que des indications relatives, on leur demandera, du moins, la courbe réelle du phénomène enregistré.

» Si le sphygmographe ne mesure pas la pression du sang dans une artère, ni le cardiographe celle qui existe dans les cavités du cœur, ces instruments doivent donner les valeurs relatives de ces forces ou du moins des effets qu'ils en reçoivent. Il faut pour cela qu'un sérieux contrôle nous garantisse qu'ils n'altèrent pas les phases du phénomène enregistré.

» Il faut enfin, dans l'emploi de ces instruments, convenir d'un certain rapport entre l'amplitude et la durée des courbes. On sait, en effet, à quel point peuvent devenir méconnaissables les caractères d'une pulsation cardiaque ou artérielle, suivant qu'on l'inscrit sur un cylindre à rotation très lente ou très rapide. A cet égard, le rapport qui m'a paru le plus favorable est celui dans lequel on a rendu égales l'amplitude et la durée de la courbe, de façon que celle-ci soit inscriptible dans un carré. Si une telle convention était admise, la comparaison des différents tracés deviendrait très facile.

» Nulle occasion ne saurait être plus favorable que ce Congrès où se trouvent réunis les représentants les plus éminents de notre Science.

» Que chaque nation élise un Commissaire et lui donne pouvoir pour participer à la conduite des Travaux, pour se choisir des collaborateurs, pour s'éclairer auprès de ses collègues sur les desiderata les plus impor-

tants; enfin, pour prendre les avis des physiciens ou des mécaniciens les plus capables, afin de reconnaître et de surmonter les difficultés de la tâche.

» On arriverait ainsi, bien vite, à constituer une série d'instruments dont la Commission recommanderait l'emploi aux physiologistes, parce que ces instruments se rapprocheraient plus que les autres de la perfection désirée.

» Si mes collègues ici présents reconnaissent la nécessité d'une entente relativement à l'unification et au contrôle des instruments de physiologie, ils pourront réaliser de grands progrès dans notre outillage scientifique, accroître ainsi la valeur de nos travaux, et placer la Physiologie au rang des sciences les plus avancées.

» Cette proposition, discutée au Congrès, a été adoptée, ainsi qu'en témoigne l'extrait ci-joint des procès-verbaux officiels :

EXTRAIT DES PROCÈS-VERBAUX OFFICIELS DU 4e CONGRÈS INTERNATIONAL DE PHYSIOLOGIE RÉUNI A CAMBRIDGE (ANGLETERRE).

Séance plénière du vendredi 26 *août* 1898 (ouverte à 9^h30^m).

Président : M. FOSTER.

« 1° Rapport sur les travaux de la Commission nommée dans la séance du 23 août 1898.

» Le Congrès adopte, sur la proposition de M. Marey, les résolutions suivantes :

» *Il est créé une Commission internationale pour l'étude des moyens de rendre comparables entre eux les divers inscripteurs physiologiques, et, d'une façon générale, d'uniformiser les méthodes employées en Physiologie.*

» *Cette Commission est formée de MM. Bowditch, Foster, von Frey, Kronecker, Marey, Mislawsky, Mosso et Weiss.*

» *Chacun de ces Commissaires, dans le pays qu'il représente, recueillera les avis de ses collègues et ceux des physiciens les plus compétents. Il se tiendra en relations avec M. Marey. Enfin tous les Commissaires se réuniront en septembre* 1900 *à la Station physiologique de Paris, où seront centralisés et discutés les résultats déjà obtenus.*

» Sur la proposition de M. von Frey, M. Hürthle est adjoint à la Commission.

» Pour extrait conforme,

» *Le Secrétaire pour la langue française,*

» LÉON FREDERICQ. »

Le 27 août 1898.

MÉMOIRES LUS.

M. **Henry Cros** donne lecture d'un Mémoire « Sur l'analyse qualitative de divers corps, obtenue au moyen d'écrans de verres colorés ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète DQ Witt, faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de* $0^m,25$ *d'ouverture;* par M. **F. Rossard.**

Dates 1898.	Etoiles de compar.	Grandeurs.	Planète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s		
Août 16	*a* 5757 BD	8,0	+1.41,33	+ 3'.55",8	18:20
» 17	*a* 5757 BD	8,0	−0.11,87	+ 4.45,8	12:20
» 19	*b* 5743 BD	7,0	+0.11,74	−16.23,3	12:20
» 20	*b* 5743 BD	7,0	−1.39,36	−15.46,6	15:16

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	★	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ' "	"	
Août 16.	*a*	21.21.12,57	+4,42	− 6.26.33,1	+19,8	⅓ (Weisse₁ 430 + Gottingen 3602 + Munich 28391)
» 17.	*a*	21.21.12,57	+4,42	− 6.26.33,1	+19,8	⅓ (Weisse₁ 430 + Gottingen 3602 + Munich 28391)
» 19.	*b*	21.17.14,83	+4,41	− 6. 4. 4,1	+19,7	¼ (Weisse₁ 336 + Gottingen 5564 + Munich 28169 + Radcliffe 5767)
» 20.	*b*	21.17.14,83	+4,41	− 6. 4. 4,1	+19,7	¼ (Weisse₁ 336 + Gottingen 5564 + Munich 28169 + Radcliffe 5767)

Positions apparentes de la planète.

Dates 1898.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Août 16	9.27.53	21.22.58,32	$\bar{1},375_n$	− 6°.22'.17",5	0,821
» 17	9.51.26	21.21. 5,12	$\bar{1},279_n$	− 6.21.27,5	0,825
» 19	8.30.59	21.17.30,98	$\bar{1},471_n$	− 6.20. 7,7	0,817
» 20	8.51.58	21.15.39,88	$\bar{1},411_n$	− 6.19.31,2	0,822

ASTRONOMIE. — *Observations de quelques étoiles filantes apparues dans les nuits des* 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18 *août;* par Mlle **D. Klumpke**. Communiquées par M. Lœwy.

« Ces observations, commencées dès la fin du mois de juillet, ont montré que le maximum du phénomène des étoiles filantes s'est produit vers le 10 août, maximum prédit du reste pour cette date par l'*Annuaire de la Société belge d'Astronomie*. A Paris, le ciel a été assez nuageux du 10 au 11. Pour faire les observations données ci-dessous, on a mis à profit les belles éclaircies qui se sont présentées de $9^h 45^m$ à 14^h temps moyen de Paris. Les étoiles filantes, sillonnant le ciel à peu près dans toutes les directions, venaient d'Andromède, de Persée, de Cassiopée, du Cygne, de la Grande Ourse. Les trajectoires blanches, lumineuses, persistant parfois pendant une ou deux secondes, ressemblaient à de larges stries de la grandeur 2.3.4; fréquemment, une étoile filante était suivie de plusieurs autres de direction parallèle; en général, elles ne faisaient que traverser notre atmosphère; d'autres, en plus petit nombre, s'éteignaient dans notre atmosphère; pour celles-là, la bande lumineuse était suivie d'une explosion de lumière, rouge, jaune rougeâtre. Ces étoiles filantes à explosion ont été surtout remarquées dans la nuit du 12 août.

» Nous donnons ci-après les coordonnées des points d'apparition et de disparition des quelques étoiles qu'il nous a été donné d'observer et qui ne forment que le quart ou le tiers de celles que nous avons vues.

Dates. 1898.	N^os.	Temps moyen de Paris.	Grand.	Commencement. Ascension droite.	Commencement. Déclinaison.	Fin. Ascension droite.	Fin. Déclinaison.	
		h m s		°	°	°	°	
Août 9..	1	14. 7.43		358,9	74,5	348,7	+75,8	
	2	14.19.41	4^e	29,6	+21,3	27,2	+ 6,0	
	3	14.44.12		338,2	— 1,8	340,4	— 9,1	
Août 10..	1	9.45.15	4^e	291,7	—25,6	285,3	—30,8	
	2	10. 1.57		262,5	+ 8,3	252,8	—17,0	
	3	10. 5.32		237,5	+19,9	231,3	+15,7	
	4	10. 7.41		193,3	+27,7	194,0	+16,8	à travers les nuages.
	5	10. 9.21	2^e	203,3	+48,3	210,1	+22,2	N°s 5, 6, 13 convergent vers δ Persée.
	6	10.18.54		229,2	+58,5	232,2	+26,7	
	7	10.26.43		142,4	+63,6	147,1	+57,2	

Dates. 1898.	Nos.	Temps moyen de Paris.	Grand.	Commencement. Ascension droite.	Commencement. Déclinaison.	Fin. Ascension droite.	Fin. Déclinaison.	
		h m s		°	°	°	°	
Août 10..	8	10.36.41		177,5	+53,4	179,5	+45,5	
	9	10.41.36		199,9	+37,6	211,6	+19,7	à explosion jaune rougeâtre.
	10	10.46.25		210,7	+27,4	212,8	+19,1	
	11	10.48.44	2e	190,4	+36,3	199,9	+23,9	
	12	10.54.28	5e	184,4	+55,8	193,0	+40,0	
	13	10.55.13	3e	221,9	+26,1	222,8	+14,0	
	14	11. 2. 2		256,4	+25,6	258,0	+ 5,8	
	15	11. 7.26		290,2	+ 2,5	285,1	— 5,5	traînée persistante.
	16	11. 7.41		277,2	— 8,8	272,9	—16,3	
	17	11.13.10	1re	365,9	+56,0	851,3	+46,1	traînée persistante.
	18	11.19.44		252,6	+ 8,9	248,9	— 1,3	
	19	11.22.19		290,9	—19,0	287,0	—22,1	
	20	11.24.34	1re	197,4	+50,2	205,9	+33,5	à explosion.
	21	11.48.45	5e	243,5	+38,6	239,2	+28,1	observations interrompues.
	22	12.23. 4		362,1	+21,2	348,0	+24,5	
	23	12.23.59		350,5	+31,9	342,7	+28,4	
	24	12.35.27		16,4	— 6,3	7,3	—13,7	
	25	12.46. 5	6e	351,8	+13,3	343,1	+ 9,8	
	26	12.49.25		307,9	— 2,7	303,1	—12,6	
	27	12.52.34		324,7	+25,2	320,0	+19,1	
	28	12.58.28		12,1	— 7,5	10,3	—16,2	
	29	13. 1.43		304,7	— 5,0	298,1	—15,0	
	30	13. 5.22	1re	326,4	—18,0	319,6	—26,6	à explosion.
	31	13.10.56		325,4	—17,1	318,2	—26,4	
	32	13.20.39	1re ou 2e	332,0	+40,1	316,5	+30,2	
	33	13.26. 9		258,0	+14,1	255,6	+ 7,7	
	34	13.33.37		345,1	+27,7	338,4	+20,6	
	35	13.42.46		20,8	+14,2	20,5	+ 5,8	
	36	13.45.15	4e	15,8	+ 5,2	15,8	—10,6	
	37	13.50.20	1re	353,5	+10,5	342,0	— 7,9	
	38	13.54. 2	3e	338,8	— 1,0	333,4	+ 8,9	rougeâtre.
	39	13.57.23	5e	326,0	—16,9	320,7	—26,1	
	40	14. 0.48	1re	214,4	+64,8	212,9	+52,8	à explosion.
Août 11..	Je n'ai pas observé.							
Août 12..	1	10.26.44	2e	195,9	+39,0	199,5	+27,2	Nos 1, 3, 7 convergent vers δ Persée. No 1 à explosion.
	2	10.33.18	5e	44,0	+63,2	47,8	+65,2	
	3	10.38.32	1re	167,6	+64,4	183,7	+51,2	
	4	10.49.40	1re	359,6	+29,4	339,1	+24,9	très belle.
	5	10.54.30	6e	346,3	+16,6	343,8	+12,3	brisée, revient en arrière.
				339,3	+10,2	340,8	+11,6	

Dates. 1898.	Nos.	Temps moyen de Paris.	Grand.	Commencement. Ascension droite.	Commencement. Déclinaison.	Fin. Ascension droite.	Fin. Déclinaison.	
		h m s		°	°	°	°	
Août 12..	6	10.58.59		359,4	+30,7	368,1	+25,7	
	7	11. 0.24		368,7	+32,9	362,1	+27,6	
	8	11. 3. 3		320,0	+38,9	310,9	+32,4	
	9	11. 9.27	4e	185,9	+57,7	191,4	+47,6	
	10	11.17.11	2e	31,1	+64,3	60,4	+57,8	à explosion.
	11	11.38.12	5e	35,0	+74,7	11,0	+84,8	traînée persistante.
	12	11.51.25		275,6	+59,2	243,0	+60,8	incertaine.
	13	12.10.12	6e	220,9	+38,9	223,5	+26,5	
	14	12.13.12		6,0	+52,4	19,9	+52,3	
	15	12.18. 1	5e	228,7	+43,8	232,8	+37,5	
	16	12.36.33				350,9	−28,6	⋆ rougeâtre, sans traînée, apparaît subitement d'un éclat supérieur à celui de ♃, persiste pendant 2s environ.
Août 13..	1	10.29.11		218,9	+38,5	225,0	+26,6	
Août 14..	1	10.31.13	4e	243,3	+47,2	220,0	+43,3	à explosion.
	2	10.53. 0		197,2	+50,3	196,6	+44,0	
Août 16..	1	9.39.42	4e	333,2	− 0,2	331,2	+ 5,5	
	2	10. 8. 7	1re	311,7	+10,3	315,5	+ 6,2	jaune rougeâtre à explosion.
	3	10.16.21		340,1	− 3,9	325,3	− 6,4	
	4	10.51.55	4e	276,7	+20,7	271,0	+10,4	
Août 17..	Je n'ai vu aucune ⋆ filante.							
Août 18..	1	10.30.56	3e	366,2	+51,8	353,1	+44,8	blanche, traînée persiste pendant 2s environ.

ÉLECTRICITÉ. — *Modification des pressions intérieures exercées dans des récipients clos et vidés, et soumis aux influences des courants électriques* (1). Note de M. G. Séguy, présentée par M. Lippmann.

» La pression intérieure, dans un récipient vidé placé entre les pôles d'un courant électrique quelconque, n'est pas uniforme en toutes les parties de ce récipient.

» En 1881, j'ai démontré que, lorsqu'un courant électrique d'induction traverse pendant un certain temps un tube muni de deux électrodes métalliques et dont on a raréfié le gaz intérieur, l'électrode cathodique se vola-

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Le Roux.

tilise faiblement [1], et que cette volatilisation, dont l'action mécanique entraîne et fixe contre les parois du récipient les molécules gazeuses englobées par les parcelles de métal, a pour effet *d'abaisser la pression intérieure,* c'est-à-dire d'augmenter le vide.

» C'est ce phénomène qui fait que, dans tous les générateurs de rayons X, c'est-à-dire les ampoules cathodiques, la raréfaction des dernières molécules gazeuses est produite, en peu de temps, par le courant électrique.

» Or, j'ai constaté un fait, qu'il m'a semblé intéressant de signaler, et qui permet d'exprimer une loi de nature à supprimer bien des erreurs dans les expériences relatives aux *mesures* du vide. On peut l'énoncer ainsi :

» *La pression intérieure, dans un récipient vidé, n'est ni uniforme, ni constante, dans toutes les parties de ce récipient, quand il est traversé par un courant électrique quelconque.*

» Pour établir ce fait, j'ai pris un tube de verre d'une longueur de 4^m, replié sur lui-même par longueurs de $0^m,25$. Je l'ai muni de deux électrodes, une à chaque extrémité, après y avoir fait le vide au $\frac{1}{1000000}$ d'atmosphère. Or, en mettant ce long tube en relation avec un transformateur ou bobine d'induction, j'ai constaté que, sur la moitié environ de sa longueur à partir de la cathode, le vide se maintenait à peu près au millionième d'atmosphère, tandis qu'à proximité de l'anode, l'appareil donnait les effets du tube de Geissler, c'est-à-dire que le vide n'y subsistait qu'à $\frac{1}{1000}$ environ.

» Poursuivant mes observations, j'ai reconnu que, plus je m'éloignais, en suivant le circuit du tube, de la cathode du côté de laquelle il y avait défaut absolu du *milieu de propagation* (absence complète de molécules gazeuses), plus le tube dans sa seconde moitié se montrait graduellement rempli de ces molécules, jusqu'à son extrémité où se trouvait le *maximum* de cette sorte de compression des molécules, produite par le courant électrique.

» Comme moyen de vérification, j'ai renversé le sens du courant; j'ai eu alors grandement le temps d'observer le déplacement des molécules gazeuses, qui ont été peu à peu repoussées vers l'autre extrémité du tube.

» Ainsi ai-je pu conclure, comme je l'ai dit plus haut, qu'en conséquence d'une action indéniable du courant électrique cathodique, la pression gazeuse à l'intérieur des récipients vidés et traversés par des courants élec-

---

(1) On en a la preuve par le dépôt métallique qui vient colorer la partie interne du tube à proximité de la cathode.

triques ne reste ni égale, ni constante dans les différentes parties de ces récipients ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Modifications des organes dans la course de soixante-douze heures en bicyclette, étudiées par la phonendoscopie.* Note de MM. **A. Bianchi** et **Félix Regnault**, présentée par M. Cornu.

« Cette étude a pu être faite grâce à l'emploi de la méthode phonendoscopique.

» On sait que le phonendoscope reçoit et condense les vibrations spontanées ou provoquées de nos organes et les transmet intactes à l'oreille. Son emploi est basé sur ce principe : qu'une vibration se propage d'un point à un autre dans un milieu homogène, mais qu'elle est arrêtée au passage d'un corps à un autre de densité plus faible.

» Nous avons pu dessiner les contours des organes chez le sujet debout, en trois à cinq minutes. Les dessins donnent la projection phonendoscopique des organes, concordant avec la projection radioscopique, mais ils fournissent en plus les contours des lobes des poumons, celui des quatre cavités du cœur et le contour des organes abdominaux : lobes droit et gauche du foie, rate, gros intestin, estomac, avec distinction de son contenu gazeux et liquide.

» Ces dessins ont été pris sur le 2e (Frédérick) et le 4e (Faure) avant la course, immédiatement après, et quelques jours après; sur le 1er (Miller) immédiatement après et plusieurs jours après.

» Les modifications des organes sont dues aux causes suivantes :

» 1° Alimentation insuffisante, jointe au manque de sommeil et à la préoccupation morale. Ces causes ont réduit considérablement les organes abdominaux.

» *Réductions :* foie 1^{cm} à 3^{cm} en hauteur soit une diminution de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{4}$; rate $2^{cm},5$. dans ses diamètres, soit $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{5}$; estomac 2^{cm} à 4^{cm} dans ses diamètres, soit $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{4}$.

» La perte de poids des coureurs a été de 4^{kg} à 5^{kg}.

» Au contraire, les poumons et le cœur se sont dilatés sous l'influence du travail et ce facteur a compensé l'influence de l'inanition. — Poumons : Faure, diminut. 1^{cm} à 3^{cm}; Frédérick et Miller, augment. 1^{cm} à 2^{cm}. — Cœur : Faure, diminut. $0^{cm},5$; Miller, augment. $0^{cm},5$; Frédérick, augment. 1^{cm}.

» 2° Position assise sur la bicyclette, jointe aux mouvements ininterrompus des membres inférieurs et du bassin, aidés du pencher en avant. Ces causes ont produit

---

([1]) Je me propose de rechercher ultérieurement si la même loi s'applique dans les récipients remplis de gaz sous une ou plusieurs atmosphères.

une ascension des organes. (Ascension : foie, lobe droit 2^{cm} à 5^{cm}, lobe gauche 1^{cm} à 4^{cm}; estomac 1^{cm} à 3^{cm} vers le sternum; courbe inférieure éloignée de 3^{cm} à 4^{cm} du nombril; rate 2^{cm} à 5^{cm}). La pression des organes abdominaux a soulevé les poumons, qui se sont rapprochés de 1^{cm} à 3^{cm} de la clavicule, et le cœur qui s'est élevé de 2^{cm} à 4^{cm}.

» La pression abdominale a été plus forte à droite, le foie étant plus dense; le poumon droit est plus élevé que le gauche.

» Les poumons se sont beaucoup élargis postérieurement, refoulant en bas le diaphragme et les organes abdominaux.

» Tous les coureurs avaient un estomac en forme de besace, par élévation du pylore; la cause doit être attribuée à l'élévation du foie, qui entraîne avec lui le pylore.

» Les organes reprennent rapidement, après la course, leur position normale; seul, le poumon droit reste élevé et l'estomac conserve sa forme en besace.

» Le cœur a bien résisté chez ces trois coureurs. Variations : 1^{cm} d'augmentation à $0^{cm},3$ de diminution dans ses diamètres. D'autres coureurs, qui avaient un cœur plus volumineux avant la course, n'ont pu l'achever et ont eu un cœur dilaté.

» *Conclusions.* — La bicyclette développe les poumons en haut et en arrière, élève les organes et donne à l'estomac une forme en besace. D'où, applications thérapeutiques dans les ptoses, les anciennes pleurésies, la verticalité stomacale.

» L'exercice prolongé de la bicyclette nécessite des organes sains et résistants, surtout les poumons et le cœur. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 AOUT 1898.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XXII. Juin-juillet 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 2 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 août 1898. N° 116. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Histoire de l'École impériale du Service de santé militaire, instituée en 1856 à Strasbourg, par J.-L. ROUIS, Médecin principal d'armée en retraite,

Officier de la Légion d'honneur, etc. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les collisions en mer, moyen de les éviter, par Léon Somzée, Ingénieur honoraire des Mines, 1868-1870-1887. Bruxelles, Ad. Mertens, 1887; 1 fasc. in-4°.

La Tribune médicale. Revue française de Médecine. Rédacteur en chef: J.-V. Laborde, Membre de l'Académie de Médecine, Directeur des travaux physiologiques à la Faculté de Médecine de Paris. N° 33. 17 août 1898. Paris, G. Maurin; 1 fasc. in-8°.

Die neueste Heilwissenschaft oder die psycho-physiologische Naturheilkunde, von Carl Huter. Detmold, 1898; 1 vol. in-8°.

Anales del instituto y observatorio de marina de San Fernando, publicados de orden de la superioridad por el director Don Juan Viniegra, capitan de navio de 1^a clase. Seccion 2^a : *Observaciones meteorologicas y magnéticas.* Ano 1896. San Fernando, 1897; 1 in-folio.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 aout 1898.

Annales agronomiques, publiées, sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle. Tome XXIV. N° 8. 25 août 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur les opérations du Service vétérinaire sanitaire de Paris et du département de la Seine, pendant l'année 1897, par H. Duprez, Vétérinaire délégué, Chef du Service. Paris, Imp. Chaix, 1898; 1 fasc. in-4°.

Énumération des groupes d'opérations d'ordre donné, par Raymond Le Vavasseur, Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée de Toulouse.

Annuaire de la Société météorologique de France. Juillet-août-septembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Annales d'Hydrologie et de Climatologie médicales. Directeur scientifique: Albert Robin, de l'Académie de Médecine. Août 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société entomologique de France. 1898. N° 14. Paris, Firmin-Didot et Cie; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances. 1898. N°s 6 et 7. Juin et juillet. Paris, Imp. Motteroz; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas. 1897. 5e série. Tome XV. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1898; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. N° 8. 15 août 1898. Genève-Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 août 1898.)

Note de M. *G. Ricci*, Sur les groupes continus de mouvements d'une variété quelconque à trois dimensions :

Page 345, ligne 14, *au lieu de* On voit d'abord que *les invariants principaux de* V *sont aussi des invariants du groupe* G, *lisez* On voit d'abord que, *si* G *n'est pas à un seul paramètre, les invariants principaux de* V *sont aussi des invariants du groupe* G.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 SEPTEMBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

CORRESPONDANCE.

M. **Mascart**, en présentant à l'Académie les *Annales du Bureau Central météorologique* pour 1896, signale un Mémoire très important de M. *Brillouin* sur la formation des nuages, soit par le mélange de couches d'air juxtaposées, de vitesses et de constitutions différentes, soit par les effets de détente adiabatique. Ce travail complète les vues précédemment émises par divers savants, en particulier von Helmholtz et M. von Bezold.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Witt* (1898, *août* 14), *faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$; par M. **F. Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	Planète. — Étoile. Ascension droite.	Planète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s		
Août 16	*a*	9,0	+1.20,33	— 7'.14",5	18:12
17	*a*	9,0	—0.26,67	— 6.24,5	18:12
18	*a*	9,0	—2.26,04	— 5.36,7	15:10

Positions de l'étoile de comparaison.

Étoile de compar.	Ascension droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	21.21.29,54	+4,40	−6.15.23,5	+19,8	⅓ [2 Seeliger, n° 28406, t. I) + (Weisse₁, n° 437)]
a	21.21.29,54	+4,41	−6.15.23,5	+19,9	
a	21.21.29,54	+4.42	−6.15.23,5	+20,0	

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1898.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 16....	10.25.59	21.22.54,27	$\bar{1},188_n$	− 6.22.18,2	0,777
17....	9.29.29	21.21. 7,28	$\bar{1},397_n$	− 6.21.28,1	0,771
18....	11.19.40	21.19. 7,92	$\bar{2},324_n$	− 6.20.40,2	0,780

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète DQ (Witt, 1898, août 14), faites à l'observatoire de Besançon (équatorial coudé).* Note de M. **Gruey**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de Besançon.	Astre. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Nombre de comparaisons.	Observat.
		h m s	m s	′ ″		
Août 17...	*a*	23. 9.37	−0.27,31	−4.50,3	15:12	Chofardet
18...	*a*	21.56.56	−2.12,00	−5.34,7	12:12	Id.
19...	*b*	22.46.16	+2.13,04	+0. 9,7	12:12	Id.
20...	*b*	23. 8.36	+0.22,55	−0.22,6	12:12	Id.
25...	*c*	23. 5. 3	−1.35,43	−1.41,9	18:15	Id.
26...	*d*	22.11.23	−1.40,31	−4.45,2	15:15	Id.
27...	*e*	22.40.27	+2.10,22	+7.51,3	12:12	Id.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Autorités.	Grandeur.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
a	Valentiner (1896)	8	21.21.12,53	+4,41	96.26.32,3	−19,9
a	Valentiner (1896)	8	21.21.12,53	+4,42	96.26.32,3	−19,9
b	Munich₂ 11481	10	21.14.53,73	+4,42	96.20. 4,4	−19,5
b	Munich₂ 11481	10	21.14.53,73	+4,42	96.20. 4,4	−19,6
c	Schjellerup 8561	8	21. 8. 6,60	+4,43	96.19.54,2	−19,4
d	Schjellerup 8545	8,5	21. 6.35,33	+4,43	96.22.50,5	−19,3
e	Munich₁ 27215	10	21. 1. 4,57	+4,42	96.10.11,6	−19,0

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1898.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Août 17....	13.23.56	21.20.49,63	$\bar{1}$,266	96°.21′.22″,1	0,846$_n$
18....	12. 7.31	21.19. 4,95	$\bar{2}$,811	96.20.37,7	0,850$_n$
19....	12.52.47	21.17.11,19	$\bar{1}$,182	96.19.54,6	0,847$_n$
20....	13.11. 7	21.15.20,70	$\bar{1}$,281	96.19.22,2	0,845$_n$
25....	12.47.56	21. 6.35,60	$\bar{1}$,298	96.17.52,9	0,844$_n$
26....	11.50.28	21. 4.59,45	$\bar{1}$,059	96.17.46,0	0,847$_n$
27....	12.15.32	21. 3.19,21	$\bar{1}$,219	96.17.43,9	0,847$_n$

Remarques. — La planète est approximativement de 11e grandeur. Le 27 août la Lune est à l'horizon et atténue un peu l'éclat de la planète.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un siliciure de tungstène* (1). Note de M. E. VIGOUROUX, présentée par M. Henri Moissan.

« Le silicium et le tungstène se combinent au four électrique. Partant de ce fait, établi par M. Moissan (2), nous avons cherché à connaître le composé formé dans ces conditions.

» On a chauffé, au four électrique, un mélange de silicium et d'oxyde de tungstène (3) dans les proportions suivantes :

Silicium	100gr
Oxyde de tungstène	230gr

Il s'est formé un culot blanchâtre, lourd, cassant, d'aspect franchement métallique et de structure nettement cristallisée. Le choc en détachait facilement des fragments et mettait en évidence une cassure formée, en majeure partie, de larges facettes miroitantes, dirigées dans tous les sens; çà et là, de nombreuses stries fines parallèles, dues à ce que les facettes correspondantes, juxtaposées, se présentaient suivant leurs tranches. Le tout empâtait quelques cristaux verdâtres de siliciure de carbone.

» Pour isoler le siliciure de tungstène, on suspendait le culot au sein d'une solution d'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$, on le reliait au pôle positif d'une pile de deux ou

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de l'Université de Bordeaux.

(2) H. MOISSAN, *Recherches sur le tungstène* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 13).

(3) L'oxyde de tungstène employé est le produit mal défini que l'on obtient en calcinant le tungstate d'ammoniaque.

trois éléments, le pôle négatif de cette dernière étant en communication avec une tige de charbon plongeant dans le même liquide. Sous l'action combinée de l'acide et du courant, le métal seul était dissous, le siliciure restait à peu près intact. Les cristaux, ainsi mis à nu, se détachaient peu à peu et tombaient à la partie inférieure du récipient où ils se trouvaient désormais à l'abri de toute attaque. On recueillait le dépôt et on le traitait successivement par l'eau régale, puis par l'ammoniaque qui entraînaient les dernières traces de tungstène libre. Enfin, on se débarrassait d'un peu de silice, en traitant par l'acide fluorhydrique puis l'on enlevait le siliciure de carbone au moyen d'iodure de méthylène qui le séparait à cause de sa faible densité. Le corps finalement obtenu répondait à la formule Si^3Tu^2.

» *Propriétés.* — Ce siliciure de tungstène est formé de beaux cristaux se présentant sous forme de lames à aspect métallique, de couleur gris d'acier. Ils sont très lourds, densité 10,9, fusibles au four à réverbère fortement chauffé.

» Le chlore sec l'attaque avec une vive incandescence bien avant le rouge (entre 200° et 300°); il forme du chlorure de silicium et du chlorure de tungstène qui ne tarde pas à se déposer. Le brome donne un bromure, avant le rouge, sans incandescence, qui vient se condenser un peu au delà du point chauffé. L'iode fournit un iodure au-dessus du rouge, sans incandescence. L'oxygène pur et sec le brûle, vers 500°, avec une incandescence très vive; l'air sec l'oxyde, avant le rouge, sans incandescence. L'azote n'agit à aucune température.

» Les acides chlorhydrique, fluorhydrique, azotique, etc. n'ont d'action ni à froid ni à chaud. L'acide chlorhydrique gazeux ne l'attaque même pas à la température de la grille à gaz. L'eau régale, même à chaud, produit un effet inappréciable. Il n'y a que le mélange d'acide azotique et d'acide fluorhydrique qui fournisse une action violente, même à froid, avec dégagement de vapeurs rutilantes.

» Les alcalis en solution l'attaquent faiblement; quand ils sont fondus leur action est très vive. Les carbonates alcalins fondus donnent naissance à des silicotungstates alcalins avec incandescence. L'azotate de potassium produit une action moins vive.

» *Analyse.* — La méthode générale de séparation, c'est-à-dire insolubilisation de la silice et reprise par l'acide chlorhydrique, est inapplicable; l'analyse au moyen du bisulfate m'a fourni des résultats médiocres. Dans un tube en verre, sur la grille à gaz, on a alors attaqué la matière par le chlore, ce qui a fourni du chlorure de tungstène qui s'est solidifié dans le voisinage et du chlorure de silicium qui a été entraîné plus loin. Ce dernier a été transformé en silice et pesé. Quant au chlorure métallique, il a suffi de le traiter par l'acide azotique pour avoir l'acide tungstique que l'on a calciné et pesé. L'analyse conduit à la formule Si^3Tu^2.

» Certains faits me portent à croire à l'existence d'un second siliciure de tungstène dont je poursuis l'étude. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'*Arhinolemur*, genre du tertiaire de Parana, représentant un type nouveau de la classe des Mammifères*. Note de M. **Ameghino**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans le courant du mois d'avril dernier, j'ai reçu de M. le professeur Scalabrini, directeur du Musée de la province de Corrientes, le crâne d'un petit Mammifère tertiaire, incrusté dans une gangue excessivement dure, des environs de la ville de Parana. D'après la forme d'ensemble, j'ai cru voir dans ce crâne quelque ressemblance avec un Lémurien voisin du *Necrolemur*, et j'en ai fait mention ([1]) sous le nom d'*Arhinolemur Scalabrinii*.

» Je suis arrivé dernièrement à dégager le crâne de la gangue qui l'enveloppait; j'ai pu voir alors que sa forme ne s'accorde avec celle d'aucun des ordres de Mammifères connus, vivants ou fossiles.

» Ce crâne, incomplet et assez endommagé en arrière, est long de 4^{cm}, presque aussi large, avec de grandes orbites et des arcades zygomatiques très saillantes; il est, en outre, très bas et aplati; vu d'en haut, le contour est presque circulaire, ressemblant à celui d'un singe. Le profil du haut du crâne représente une double courbe sigmoïde, qui s'élève dans la partie antérieure de la région nasale et dans la région pariétale, et s'affaisse vers le milieu dans la région frontale.

» Les intermaxillaires sont très forts et arrondis en avant, leur bord libre formant une courbe oblique qui descend vers le bas et en arrière; ils sont complètement séparés l'un de l'autre en avant, par une fente profonde. Les os du nez sont soudés l'un à l'autre, ne formant qu'un seul os qui se relève et se rétrécit vers l'avant, pour se terminer en pointe aiguë. Cet os unique est séparé des intermaxillaires par deux gouttières profondes, qui convergent vers l'avant; le fond des gouttières est rempli par de la substance osseuse, de sorte qu'il n'existe aucun vestige de l'ouverture antérieure des narines; c'est là un cas unique chez les Mammifères. La région frontale entre les orbites se présente sous la forme d'un espace carré, de $1^{cm},5$ de longueur et autant de largeur, profondément excavé sur la ligne longitudinale médiane. En arrière, on voit une crête sagittale courte, peu élevée.

» Les énormes arcades zygomatiques circonscrivent de grandes orbites, à fond osseux apparemment complet, limitées en arrière par des apophyses descendantes

---

([1]) Florentino Ameghino, *Synopsis geologico-paleontologica*. (*Segundo Censo nacional*, t. I, p. 243. Buenos-Ayres, a. 1898.)

longues et grêles. Dans le crâne à l'état parfait, l'apophyse postorbitaire était probablement unie à l'arc zygomatique.

» De chaque côté du crâne, en avant de l'orbite, on voit une grande vacuité préorbitaire, de contour elliptique, limitée par l'apophyse préorbitaire, le maxillaire et la partie antérieure de l'arc zygomatique. Derrière l'apophyse postorbitaire se trouve une échancrure latérale étroite et profonde, représentant la fosse temporale. En arrière et au-dessous de cette échancrure, on voit les débris d'un os d'apparence globuleuse, qui paraît correspondre au pariétal et indiquerait un crâne pourvu d'une grande cavité cérébrale.

» De la mandibule, il n'y a de conservée que la partie antérieure, fixée à la région intermaxillaire par la gangue pierreuse, et un peu détournée de la position naturelle, la partie postérieure ayant été refoulée vers le haut. La région mentonnière est très robuste, mais avec les deux côtés de la mandibule complètement séparés; les deux branches mandibulaires sont basses et pourvues d'une vacuité latérale considérable, comparable à celle que l'on voit sur les mandibules des Oiseaux et des Reptiles.

» De la denture, il ne reste en haut que les trois incisives de chaque intermaxillaire, formant une série continue et ressemblant aux incisives des Singes; ces trois dents, dont la face antérieure est un peu bombée, ont à peu de chose près la même largeur, $1^{mm},5$, mais leur longueur diminue un peu de la première à la dernière. En bas, il y a deux incisives, semblables de chaque côté; derrière la deuxième, on aperçoit une petite dent rudimentaire. L'état de la pièce ne permet pas de voir d'autres vestiges de denture.

» Il est difficile de déterminer, même approximativement, de quel groupe de Mammifères on doit rapprocher de préférence ce singulier animal. La forme des incisives, la séparation des branches mandibulaires, la forme élargie du crâne, la disposition des orbites et leur fond osseux complet paraissent indiquer une forme voisine des Lémuriens; mais la courbe oblique vers le bas et en arrière du bord libre des intermaxillaires, ainsi que le *facies* général, paraissent indiquer aussi des affinités avec les chauves-souris. D'un autre côté, la présence d'une grande vacuité préorbitaire sur le crâne et d'une vacuité latérale sur les branches mandibulaires sont des caractères qu'on n'a pas l'habitude de trouver chez les Mammifères, et qui sont propres aux Reptiles. Enfin, l'oblitération complète de l'ouverture du nez n'a encore été rencontrée ni chez les Mammifères ni chez les Reptiles.

» Quant à une interprétation phylogénétique, il n'y a pas lieu d'en parler. Pour le moment, cette pièce jette le trouble dans toutes mes conceptions sur les grandes lignes de l'évolution de la classe des Mammifères. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure anatomique de la tige de Betterave* [1]. Note de M. **Georges Fron**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que, durant la germination de la Betterave, la racine et l'axe hypocotylé s'accroissent en diamètre par suite du fonctionnement d'abord de l'assise génératrice normale, puis d'assises *successives* qui s'établissent de plus en plus extérieurement dans le péricycle, puis dans le phellogène.

» Dans la tige, provenant de la gemmule, le mode d'accroissement en diamètre est différent. La présente Note a pour but de faire connaître les résultats qui m'ont été fournis par l'étude de la marche des faisceaux foliaires dans une tige jeune de Betterave, et le mode d'accroissement en diamètre de cette tige.

» Tandis que la végétation de la Betterave (*Beta vulgaris, B. maritima*) dure ordinairement deux ans, le tubercule se formant la première année en ne développant au-dessus du sol qu'une rosette de feuilles, la tige s'allongeant et portant les fleurs la seconde année, une espèce, le *B. cycla*, développe sa tige florale dès la première année. Nous la prendrons comme exemple, parce que, chez cette espèce, les entrenœuds étant plus allongés, la structure de la tige y est plus nette.

» *Marche des faisceaux primaires.* — Pratiquons des coupes transversales sur une tige de *B. Cycla* de manière à suivre la marche des faisceaux sur un espace de plusieurs entrenœuds, que nous représentons dans la première figure en développement longitudinal; vers la base de l'axe les feuilles sont opposées, mais peu à peu elles deviennent alternes quand on gagne le sommet. Désignons par F_4, F'_4 les deux feuilles du quatrième nœud, par exemple. Nous voyons que dans chaque feuille jeune pénètrent trois faisceaux : l'un médian, a_4, et deux autres latéraux, b_4 et c_4. Chacun de ces faisceaux parcourt dans la tige l'espace de trois entrenœuds successifs avant de passer dans la feuille; de sorte que les faisceaux a_4, b_4, c_4 de la feuille F_4 proviennent des faisceaux latéraux qui se rendent dans la feuille F_1 et F'_1.

» Suivons, en détail, chacun de ces faisceaux, en les parcourant depuis leur entrée dans la feuille F_4 jusqu'à leur origine. Le faisceau a_4, à partir de la feuille F_4, descend verticalement l'espace de deux entrenœuds et arrive immédiatement au-dessus des faisceaux de la feuille F_2 qui est située sur une même génératrice que F_4. Le fais-

(1) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

ceau a_4 se rapproche alors du centre de la tige et se divise en deux branches α_4, α'_4, qui se placent plus près du centre de la tige que les faisceaux a_2, b_2, c_2 de la feuille F_2 (*fig.* 2). Puis chacune des branches α_4, α'_4 descend encore l'espace d'un entrenœud, pour venir prendre naissance, l'une α_4 au faisceau c_1 de la feuille F_1 et l'autre α'_4 au faisceau b'_1 de F'_1.

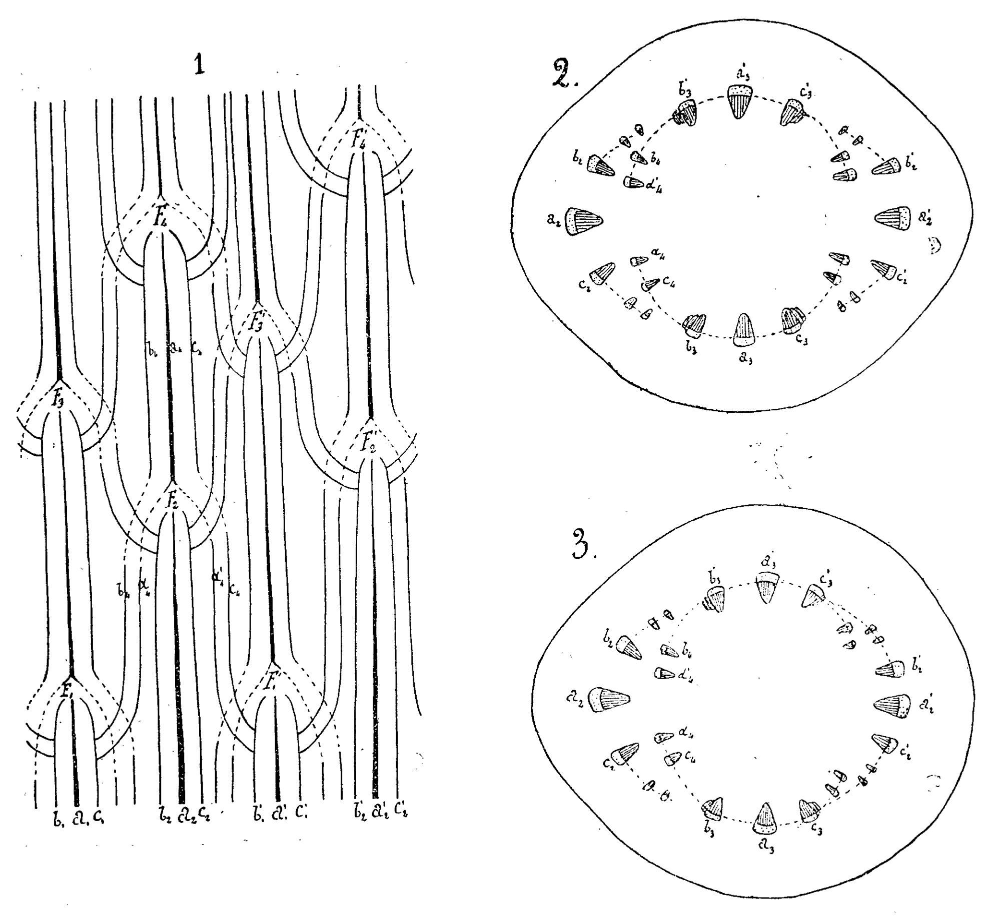


Fig. 1. — Marche des faisceaux dans la tige de *Beta cycla*.
Fig. 2. — Coupe théorique transversale de la même tige.
Fig. 3. — Coupe réelle.

» Les faisceaux b_4 et c_4 de la feuille F_4 donnent naissance, avant leur entrée dans la feuille F_4, chacun à deux faisceaux destinés aux feuilles F_7, F'_7, puis ils descendent dans la tige parallèlement à a_4, passent plus près de l'axe de la tige que les faisceaux de la feuille F_2 et, suivant $\alpha_4\alpha'_4$, vont s'unir, l'un b_4 à c_1 de F_1 et l'autre c_4 à b'_1 de F'_1.

» Ce que nous venons de dire pour les faisceaux de la feuille F_4 s'applique également aux faisceaux de la feuille opposée F'_4. Si nous suppo-

sions que les feuilles soient exactement au même niveau, une coupe transversale pratiquée un peu au-dessous des feuilles F_2, F'_2 présenterait, pour l'ensemble des faisceaux, une disposition absolument symétrique, comme nous l'avons représenté dans la deuxième figure. Mais quand les feuilles d'un même nœud ne sont plus au même niveau, cette symétrie est rompue, et nous avons alors l'aspect de la *fig.* 3 (qui représente une coupe transversale faite un peu au-dessous de la feuille F_2, la feuille F'_2 étant plus élevée.

» *Formations secondaires libéroligneuses.* — Les formations secondaires s'établissent d'abord suivant la loi ordinaire : l'assise génératrice libéroligneuse fonctionne en donnant du bois et du liber dans chaque faisceau et, entre les faisceaux, du parenchyme qui se lignifie plus ou moins rapidement. Cet état persiste longtemps dans le *B. trigyna,* au contraire, dure peu de temps dans les autres espèces. Chez ces dernières (*B. vulgaris, B. cycla, B. maritima,* etc.) l'assise génératrice cesse bientôt de fonctionner dans chaque faisceau, mais poursuit son activité dans l'intervalle des faisceaux. Elle donne, vers le milieu de cet intervalle, des faisceaux libéroligneux secondaires et, latéralement, mais exclusivement du côté interne, un parenchyme qui se lignifie dans la suite.

» Il se produit alors un déplacement progressif vers l'extérieur des portions de l'assise génératrice comprises dans l'intervalle des faisceaux primaires. D'autre part, des cloisonnements s'établissent dans le péricycle, en dehors du liber de chaque faisceau primaire, et ces portions d'assise génératrice péricyclique viennent s'unir aux portions de l'assise génératrice précédente qni ne sont plus en continuité avec les parties fasciculaires de l'assise secondaire normale.

» L'ensemble de la zone secondaire est alors constitué alternativement par des sections d'assise d'origine péricyclique et par des sections d'assise génératrice normale.

» Un phénomène analogue se produit bientôt dans cette nouvelle assise génératrice d'origine complexe : formation de faisceaux libéroligneux, arrêt de fonctionnement dans l'intérieur des faisceaux et, dans les intervalles, naissance, du côté du centre de la tige, d'un parenchyme destiné à se lignifier.

» En somme, l'épaississement de la tige se produit, non par la formation d'assises génératrices successives comme dans la racine, mais par le déplacement d'une seule assise génératrice vers l'extérieur.

» Cette assise, d'abord d'origine normale, devient en partie normale et en partie péricyclique, puis enfin complètement péricyclique. A chaque déplacement de l'assise en dehors d'une série de faisceaux, il se forme, en dedans et en dehors de chaque îlot libérien, une sorte de dédoublement de la zone génératrice quelle que soit son origine.

» Nous pouvons donc résumer ces observations par les conclusions suivantes :

» Dans la tige de Betterave, la marche des faisceaux foliaires est si-

nueuse, chaque faisceau persistant durant l'espace de trois entrenœuds avant de passer dans la feuille.

» Le mode d'accroissement en diamètre de la tige de Betterave diffère de celui que l'on connaît dans la racine de la même plante : cet accroissement se produit dans la tige par le fonctionnement irrégulier de l'assise génératrice normale qui se déplace vers la périphérie, s'unit à des arcs péricycliques formés à l'extérieur des faisceaux libéroligneux précédemment formés, puis devient entièrement péricyclique. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la toxicité des sels de cuivre à l'égard des végétaux supérieurs.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier [1].

« On sait que les sels de cuivre sont très toxiques à l'égard des végétaux inférieurs et notamment des champignons : c'est ce qui les fait employer avec tant de succès comme anticryptogamiques. M. Raulin, dans ses belles recherches sur le *Sterigmatocystis nigra,* a montré que le sulfate de cuivre est encore toxique, pour ce champignon, à la dose de $\frac{1}{240}$ du poids du liquide de culture. M. Millardet a aussi montré que les zoospores du mildiou sont tuées par une solution à $\frac{2}{10\,000\,000}$ ou $\frac{3}{10\,000\,000}$ de sulfate de cuivre. Nous manquons de données analogues en ce qui concerne les végétaux supérieurs.

» Dans le but de combler cette lacune, j'ai fait de nombreuses cultures *in vitro,* en employant des solutions de moins en moins concentrées et en y mettant de jeunes germinations de blé, plante très favorable pour l'étude des poisons. Au bout de quelques jours, on se rend très bien compte des plantules qui sont mortes et de celles qui ont continué à pousser.

» Voici les valeurs obtenues pour les *équivalents toxiques,* c'est-à-dire le poids minimum des sels qui, dissous dans 100 parties d'eau, tuent la plantule.

Nom du sel.	Formule.	Équivalent toxique.
Bibromure de cuivre.........	$CuBr^2$	0,004875
Bichlorure de cuivre.........	$CuCl^2$	0,005000
Sulfate de cuivre............	$CuSO^4$	0,005555
Acétate de cuivre...........	$Cu(C^2H^3O^2)^2$	0,005714
Nitrate de cuivre............	$Cu(AzO^3)^2$	0,006102

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

» On voit que les nombres obtenus sont très voisins les uns des autres. Il est même permis de supposer que les différences infinitésimales observées ne proviennent que des impuretés des corps mis en dissolution, et surtout de leur eau de cristallisation qui, bien que très faible, fausse les pesées. Dans ces conditions, on peut, croyons-nous, conclure des chiffres ci-dessus que *les sels de cuivre étudiés ont tous, à peu de choses près, la même toxicité*. Celle-ci est considérable; elle est due évidemment à l'*ion cuivre*, le radical électronégatif [Br^2, Cl^2, SO^4, $(C^2H^3O^2)^2$, $(AzO^3)^2$] n'intervenant pas à une dose si diluée.

» Remarquons, en terminant, que l'on a proposé récemment de détruire les mauvaises herbes des moissons par des aspersions de sulfate de cuivre à 5 et même 10 pour 100. Les faits qui précèdent donnent à penser que l'on doit être prudent dans cette pratique, car la solution cuprique qui s'infiltre dans le sol risque fort de tuer en même temps les racines du blé ou de compromettre les cultures ultérieures : nous avons vu, en effet, qu'une solution de sulfate de cuivre à 0,005555 pour 100 suffit à empêcher la germination du blé. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les tufs de la Gaubert* (*Dordogne*). Note de M. **Émile Rivière**.

« Dans une précédente Communication [1], j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un abri quaternaire, l'Abri-sous-Roche de la source de la Gaubert, que j'avais découvert à l'entrée du bois de la Mouthe, le 13 août 1896.

» Les tufs du bois de la Mouthe sont dus à la source dite de *la Gaubert*, dont les eaux, abondantes en toutes saisons, sortent, à l'altitude de 90^m environ, des rochers contre lesquels les hommes de l'Abri-sous-Roche de la Source ont habité aux temps quaternaires, ou, archéologiquement parlant, à l'époque magdalénienne, ainsi que le démontrent la faune et l'industrie que j'y ai rencontrées. Ces eaux, recueillies dans une sorte de petit bassin aménagé depuis un certain nombre d'années pour les recevoir, forment, à leur sortie, un ruisseau qui descend dans la vallée pour se jeter, à quelques centaines de mètres de là, dans la Grande-Beune, qui se déverse elle-même un peu plus loin dans la Vézère.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 2 novembre 1896.

» Les blocs de tuf que j'ai découverts çà et là, dans le gisement quaternaire de l'Abri-sous-Roche, sont blanc jaunâtre, poreux et assez friables. Ils renferment des empreintes de feuilles fossiles, qui tranchent par leur coloration plus foncée sur le milieu dans lequel elles se trouvent, et se rapportent à trois espèces végétales différentes. Voici les faits qui résultent de l'examen de chacune d'elles par M. B. Renault.

» A. Le n° 1 est une feuille suborbiculaire. Le limbe n'est pas pelté, mais échancré à la base; l'ensemble des caractères reconnaissables rapproche cette feuille de celles du *Cocculus latifolius* (Saporta et Marion) des tufs de Meximieux.

» B. Le n° 2 est un fragment de feuille, long de 7^{cm}, montrant son bord denté à partir de la première nervure sur une petite étendue. Nervure médiane très nette, nervures secondaires également très visibles, inclinées d'environ 45° sur la nervure principale, sensiblement parallèles, quelquefois bifurquées à l'extrémité; la distance qui les sépare est de 5^{mm} à 6^{mm}; les nervures tertiaires se détachent perpendiculairement aux nervures secondaires et forment, en se rejoignant au milieu de l'intervalle de deux nervures, une bande réticulée caractéristique. Cette feuille, qui appartient au genre *Fagus*, rappelle le *Fagus dentata* Ung. du Miocène du Groenland; cependant, les nervures secondaires sont un peu plus rapprochées et les dentelures plus fines dans l'échantillon de la Gaubert.

» C. Le n° 3 est représenté par des feuilles d'assez grandes dimensions, subcordiformes ou elliptiques; nervure médiane un peu plus développée que les nervures secondaires, celles-ci inclinées de 40° environ sur la nervure médiane; nervures tertiaires fines, subperpendiculaires aux nervures secondaires; le limbe paraît peu épais, il est gondolé et rappelle les feuilles de noisetier attachées aux rameaux non fructifères. Cet échantillon ressemble beaucoup au *Corylus Mac Quarrii* Heer, du Miocène du nord du Groenland.

» D. Sur le même fragment de tuf se voit une portion très incomplète de feuille, à limbe peu épais, portant cinq nervures qui se bifurquent à des distances plus ou moins grandes du point d'insertion du pétiole; les bifurcations se font sous un angle plus aigu que dans le *Cocculus latifolius*. Toutefois les mailles du réseau formé par la rencontre des nervures secondaires et tertiaires sont irrégulières de forme et de grandeur et rappellent celles que l'on observe sur cette espèce. L'échantillon est trop incomplet pour que l'on puisse en faire une espèce distincte; M. Bernard Renault l'a désigné sous le nom de *Cocculus sublatifolius,* en l'élevant seulement au rang de variété.

» En résumé, les fragments de feuilles que je viens de signaler semblent appartenir ou être comparables à des espèces rencontrées dans des terrains qui diffèrent notablement par leur âge : le Pliocène de Meximieux et le Miocène du Groenland; par conséquent il peut naître quelques doutes dans l'esprit sur l'attribution exacte de ces échantillons, incomplets et trop peu nombreux, à des espèces ayant vécu à une aussi grande distance dans

l'espace et le temps. Si ces quelques doutes disparaissent par la découverte et l'étude d'un plus grand nombre d'échantillons, il sera intéressant de constater que certaines espèces ont apparu d'abord dans les régions septentrionales du Groenland, pour gagner peu à peu, à mesure que la température s'abaissait, les régions plus méridionales, mais où alors se produisaient nécessairement des dépôts plus récents, comme le Pliocène de Meximieux et le Quaternaire de la Gaubert. »

M. **Ch. Guérin** adresse une Note relative au magnétisme terrestre.

M. **T. Tiffereau** adresse une nouvelle Note relative à un mode de production artificielle du carbone.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 septembre 1898.

Œuvres complètes de Laplace, publiées, sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. les Secrétaires perpétuels. Tomes XI et XII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 2 vol. in-4°.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1896. I. *Mémoires.* II. *Observations.* III. *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars et fils; 3 vol. in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. Tome XV. Septembre 1898. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. Poincaré, Président; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres, R. Radau. Tome XV. Septembre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur, fondées sous le patronage de M. Pasteur et publiées par M. E. Duclaux, Membre de l'Institut de France, Professeur à la Sorbonne, Directeur de l'Institut Pasteur. N° 8. 25 août 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Abhandlungen herausgegeben von der senkenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Einundzwanzigster Band; zweites Heft. Frankfurt a. M.; 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Grandidier.)

Annales des Ponts et Chaussées. 1re et 2e Partie. 1898. Paris, Vve Ch. Dunod; 2 vol. in-8°.

Étude sur l'île d'Hai-Nan, par Cl. Madrolle. [Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie* (2e trimestre 1898).] Paris, Société de Géographie; 1 broch. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 SEPTEMBRE 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉCONOMIE RURALE. — *Les prairies dans les étés chauds et secs;* par M. Ad. Chatin.

« Chacun a pu faire la remarque que dans les années chaudes et sèches, comme celle, vraiment torride, que nous traversons, des vides se font dans les prairies par la disparition ou par le minime développement de certaines espèces. Et si l'on se reporte aux lieux d'origine, savoir aux stations naturelles des plantes en souffrance, on constate qu'en général ce sont les espèces habitant normalement les lieux frais, à l'exclusion de celles des friches, dont quelques-unes (Mille-feuille, Jacée) peuvent même, par un développement inusité, prendre dans le tapis végétal une prépondérance dommageable.

» Le grand intérêt qu'il y a à composer la prairie des espèces qui, sans

être grossières, sont à la fois résistantes et remontantes pour la deuxième coupe m'avait décidé à porter autrefois cette question devant l'Académie ([1]); je ne m'occupe ici ni des prairies artificielles, ni de celles des vallées humides, ni des prés susceptibles d'être irrigués.

» Les espèces les plus résistantes étant d'ailleurs en général les plus remontantes on est d'ailleurs assuré d'avoir avec elles une deuxième coupe, ou tout au moins une bonne.

» Il est cependant des plantes résistantes qu'il faut rejeter des bonnes prairies, destinées à fournir des foins fins si recherchés du commerce. Telles sont, dans les Graminées : l'Avoine des prés, le Fromental, le Dactyle, les *Festuca pratensis* et *heterophylla;* dans les Ombellifères : l'Héraclée, le Panais et la Carotte, espèce qui, dans les étés chauds, s'empare du sol et dont on le débarrasse par un fauchage en août, avant la fructification.

» Les espèces trouvées les plus résistantes comme les plus remontantes sont, parmi les fines espèces : *Hosteria cristata;*

» Dans les Graminées, fondement des prairies permanentes : Avoine jaunâtre (le plus fin et le meilleur des fourrages), Avoine pubescente, Amourette (*Briza media*), *Agrostis* traçante, Brome des prés (l'admettre bien qu'un peu dur), Cretelle (*Cynosurus cristatus*), Paturin commun (*Poa trivialis*), et, accessoirement, Paturin des prés et des Cinzuthy (*Pleum pratense*), sa maturation tardive assure du vert aux fourrages; Ray-grass (l'introduire avec discrétion dans les prés, qu'il envahit d'abord pour ensuite disparaître en y laissant des vides; Vulpin (*Alopecurus pratensis*);

» Dans les Légumineuses, importante famille qui forme à elle seule les prairies naturelles; entretient, par la fixation de l'azote, la fertilité du sol, qu'épuiseraient les Graminées, et fournit aux animaux l'aliment plastique, les Graminées donnant surtout l'aliment hydrocarboné ou respiratoire.

» Assez saines, se placent, comme persistant et remontant, le *Lotus corniculatus,* plus rustique que le *Lotus major*, originaire des lieux frais; les Trèfles hybrides (précieux pour sa finesse, la rapidité de sa dessiccation qui, le plus souvent, s'opère sans qu'il noircisse) des prés, et blanc ou rampant, ce dernier assurant une bonne pâture.

» Dans les Composées, entre beaucoup d'autres espèces envahissant les prairies, favoriser le *Barkhausia tarraxacifolia*, le Crépis diffus, l'Achillée mille-feuille et la Jacée, mais ne pas perdre de vue que cette dernière, parfois trop envahissante en lieux secs, est regardée par certains paysans comme si caractéristique qu'ils vont la récolter dans les friches pour en piquer quelques fleurs sur les bottes de foin.

» Dans les Rubiacées, les fins *Gallium boreale* et *glaucum*, venus avec les fourrages de l'Est, les parfumés *Gallium cruciatum, Mollugo* et *verum.*

» Dans les Ombellifères, le fin *Pimpinella saxifraga,* et aussi le *Pimpinella*

([1]) A. Chatin, *Les prairies dans l'été sec de* 1892 (*Comptes rendus,* t. CXV, p. 397).

magna (détruire, j'y insiste, l'envahissante Carotte et le Panais, aussi la belle Héraclée.

» Les Labiées donnent la Sauge des prés, espèce des plus remontantes.

» Je termine en signalant, comme fourrage d'avenir, le *Geranium pyrenaicum,* plante fine, allongée, très résistante, qui, encore rare dans le nord de la France, il y a vingt ans, s'est fort répandue d'elle-même en Seine-et-Oise.

» De la plus grande résistance, en terres saines, des espèces originaires des friches, ressort cette indication que, dans toute création des prés en de tels lieux, il y aura lieu de faire de larges emprunts à la florule des friches.

» Un fait d'Anatomie végétale, maintes fois constaté dans le cours des présentes études, c'est que la réduction de la taille, parfois très considérable, sous l'influence de la chaleur et de la sécheresse, ne modifie en rien les caractères fondamentaux fournis par les faisceaux libéro-ligneux de la tige et de la feuille. »

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation d'une aurore boréale.* Note de M. **H. Deslandres.**

« Une aurore boréale a été observée à l'observatoire d'Astronomie physique de Meudon dans la soirée de vendredi dernier 9 septembre. Elle a été constatée à $8^h 20^m$, temps moyen; mais le phénomène a pu commencer plus tôt. Il a acquis un certain éclat vers 9^h; à $9^h 30^m$, il était à peine visible. M. Millochau, aide-astronome, en a pris deux dessins, à 9^h et à $9^h 15^m$.

» L'aurore avait la forme des aurores à rayons; un des plus larges rayons traversait la Grande Ourse; la direction générale était à peu près celle du méridien magnétique.

» Les rayons avaient une couleur verdâtre, due à la prédominance d'une radiation verte ($\lambda = 557.10$), d'origine encore inconnue ou incertaine. Cependant, M. Berthelot a signalé récemment cette radiation verte dans le gaz nouveau de l'atmosphère, le crypton, découvert cette année par MM. Ramsay et Travers.

» L'aurore a coïncidé avec le passage, au méridien central du Soleil,

d'un fort amas de taches (une grosse et deux moyennes) ([1]). Cet amas est insolite par ses grandes dimensions, qui le rendent visible à l'œil nu, surtout à une époque voisine d'un minimum de taches solaires.

» L'apparition de l'aurore boréale a coïncidé avec la fin des chaleurs caniculaires de la dernière quinzaine. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cristallisation des sulfures anhydres de calcium et de strontium* ([2]). Note de M. **Mourlot**, présentée par M. Henri Moissan.

« La cristallisation artificielle des sulfures anhydres de calcium et de strontium n'a pas encore été obtenue. Dans la nature, ils n'ont pas été rencontrés, ce qui s'explique par leur facile altérabilité. Signalons toutefois l'oldhamite, minéral décrit par M. Maskelyne, et formé d'un sulfure double de calcium et de magnésium avec une certaine quantité de gypse et de troïlite ([3]).

» En employant le four électrique de M. Moissan et en procédant comme nous l'avons indiqué pour la préparation du sulfure de baryum cristallisé, nous avons pu obtenir les deux sulfures de calcium et de strontium anhydres et cristallisés.

» Rappelons les méthodes générales employées :

» I. L'action du four électrique sur le mélange des sulfates et de charbon donne, en général, un sulfure impur mélangé de carbure, comme l'a signalé M. H. Moissan dans son travail sur les carbures de calcium et de strontium ([4]).

» Il nous a été possible de nous placer dans des conditions telles que nous évitions la production du carbure; il faut, pour qu'il en soit ainsi, que la durée de la chauffe soit limitée à quatre minutes dans un four alimenté par un courant de 1000 ampères et de 60 volts et que, de plus, la masse sur laquelle on expérimente soit assez grande; l'absence de carbure peut dans ces conditions être totale.

([1]) Cette coïncidence est conforme à la loi posée par M. Marchand.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie minérale des Hautes Études de M. Moissan.

([3]) Maskelyne, *Royal Society;* 1869.

([4]) H. Moissan, *Comptes rendus,* t. CXVIII.

» II. Dans une seconde série d'expériences, après avoir préparé les sulfures amorphes de calcium et de strontium par le procédé de M. Sabatier [1], nous avons soumis ces sulfures, placés dans une nacelle de charbon, à l'action d'un four électrique à tube actionné par le même courant que précédemment.

» En examinant la fusion des sulfures amorphes, on peut arrêter la chauffe au moment exact où cette fusion est terminée, ce qui a lieu après trois minutes environ. Le sulfure fondu cristallise par refroidissement.

» Nous avons obtenu à l'analyse :

1° *Sulfure de calcium.*

	I.	Théorie.
Ca....	55,8	55,55
S.....	43,9	44,45

2° *Sulfure de strontium.*

	I.	Théorie.
Sr....	73,75	73,26
S.....	26,20	26,74

» *Propriétés.* — Les sulfures de calcium et de strontium se présentent l'un et l'autre cristallisés dans le système cubique; ils sont d'ailleurs sans action sur la lumière polarisée. Leur densité a été prise dans l'essence de térébenthine à 15°; nous avons trouvé, pour le sulfure de calcium 2,8 et pour le sulfure de strontium 3,7 :

» Les propriétés chimiques de ces sulfures présentent la plus grande analogie avec celles que nous avons signalées pour le sulfure de baryum cristallisé [2]. Signalons toutefois les plus importantes.

» L'oxygène, à la température du rouge, les convertit intégralement en sulfates.

» Le fluor les attaque à froid, il y a production d'un fluorure de soufre et d'un fluorure métallique.

» Les oxydants chauffés légèrement réagissent avec une vive incandescence; il en est de même pour les chlorures et oxychlorures de phosphore et d'arsenic.

» Parmi les réducteurs, nous signalerons l'action du carbone; elle a été faite au four électrique au moyen d'un courant de 1000 ampères et de 50 volts; après dix minutes de chauffe, il ne reste plus que des traces de soufre et les produits répondent à la formule C^2Ca et C^2Sr.

» *En résumé :* 1° Nous avons obtenu, cristallisés dans le système cubique, les sulfures de calcium et de strontium, en soumettant à l'action du four électrique soit le mélange de sulfate et de charbon, soit le sulfure amorphe;

---

(1) SABATIER, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII.

(2) A. MOURLOT, *Sur le sulfure de baryum cristallisé* (*Comptes rendus*, t. CXXVI; 1898).

» 2° Les sulfures cristallisés ainsi obtenus sont moins altérables que les sulfures amorphes correspondants, plus difficilement attaquables par les divers réactifs; sous l'action du carbone à très haute température, ils peuvent se convertir en carbures. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un carbure double de fer et de tungstène* (¹). Note de M. **P. Williams**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Communication précédente (²) nous avons décrit un nouveau carbure de tungstène et indiqué la formation d'un carbure double de tungstène et de fer. Nous donnerons aujourd'hui la préparation et les propriétés de ce composé.

» On fait un mélange d'acide tungstique pur et calciné, de fer et de coke de pétrole pulvérisé dans les proportions suivantes : acide tungstique, 150gr; fer, 250gr; coke de pétrole, 80gr.

» Ce mélange est placé dans un creuset de charbon et chauffé au four électrique de M. Moissan, pendant cinq à six minutes, avec un courant de 900 ampères et 45 volts. On obtient ainsi un culot parfaitement fondu.

» Ce culot est traité par l'acide chlorhydrique concentré et chaud. L'attaque, rapide au début, se ralentit bientôt par suite du résidu cristallin qui recouvre la surface du métal et le protège contre l'action de l'acide. Il est utile de gratter cette couche de cristaux pour continuer l'attaque. Lorsque le culot est complètement désagrégé on reprend cette poussière cristalline et on la traite de nouveau par l'acide chlorhydrique, de manière à éliminer les dernières traces de fer et de carbure de fer. Le résidu est formé de deux carbures doubles de tungstène et de fer, du carbure simple TuC et de graphite.

» Les carbures doubles sont séparés facilement au moyen d'un aimant, ces composés étant fortement magnétiques. Si l'on soumet ces cristaux magnétiques à l'action de l'acide chlorhydrique bouillant, on constate qu'ils sont encore attaqués, mais l'attaque se fait d'une façon inégale et le mélange change de composition. La proportion de fer diminue graduellement, alors que celle de tungstène augmente pour arriver finalement à une composition sensiblement constante et voisine de 72 pour 100 de Tu pour 23 pour 100 de fer.

» On peut arriver plus facilement au même résultat en traitant d'abord les cristaux par l'eau régale, qui attaque rapidement une portion du

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie minérale des Hautes Études de M. Moissan.

(²) P. Williams, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1722.

mélange et qui laisse un résidu de composition définie. Dans cette opération la moitié des cristaux primitifs entre en solution. Ce fait a été observé dans différentes préparations.

» Le composé que l'on obtient dans ces conditions se présente sous la forme d'une poudre cristalline franchement métallique. Au microscope, il est constitué par de petits prismes très brillants présentant l'éclat et la coloration de la pyrite. Ce corps raye facilement le verre, mais il ne raye pas le cristal de roche. Sa densité à $+18°$ est 13,4. Il est très magnétique.

» Ce carbure double répond vraisemblablement à la formule $2Fe^3C.3Tu^2C$.

» L'analyse nous a fourni les résultats suivants :

	I.	II.	III.	Théorie pour $2Fe^3C.3Tu^2C$.
Tu	72	71,4	71,3	73,6
Fe	23,1	23,5	23,8	22,4
C	3,8	4,2	»	4
				100,0

» La difficulté de séparation des deux carbures doubles explique ces divergences d'analyses [1].

» Le carbure double chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène pur et sec n'est pas altéré. Le chlore réagit au rouge avec formation de chlorures de fer et de tungstène. Le brome et l'iode l'attaquent également à cette température, mais plus lentement.

» Chauffé au rouge dans un courant d'oxygène sec, il s'oxyde lentement. Le soufre est sans action.

» La vapeur d'eau n'altère pas sensiblement le carbure double de tungstène et de fer à la température de ramollissement du verre de Bohême, mais en présence d'air humide il s'oxyde lentement.

» Les hydracides gazeux ne réagissent pas, mais leurs dissolutions détruisent rapidement le carbure en tube scellé vers 250°.

» Les acides azotique et sulfurique dissolvent rapidement ce carbure. Il est également décomposé par la potasse, le chlorate, l'azotate, le carbonate et le bisulfate de potassium.

» Il résulte de ces recherches que, lorsque l'on soumet à la température

---

[1] Le carbure a été attaqué par le chlore sec exempt d'oxygène. Le résidu de charbon obtenu a été chauffé dans l'hydrogène, puis brûlé dans l'oxygène; le carbone a été pesé à l'état de CO^2. Les chlorures résultant de l'action du chlore sont évaporés à sec avec de l'acide chlorhydrique. On reprend par l'eau légèrement acidulée et l'on filtre pour séparer l'acide tungstique qui est calciné et pesé. Le fer est ensuite précipité de la solution par l'ammoniaque.

du four électrique un mélange d'acide tungstique, de fer et de charbon, le culot métallique obtenu est de nature assez complexe. Il renferme un carbure de tungstène TuC, vraisemblablement du carbure Tu^2C, et en outre plusieurs composés doubles de tungstène et de fer, parmi lesquels le carbure $3Tu^2C.2Fe^2C$, que nous avons pu isoler et étudier. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'extraction industrielle de la thorine.* Note de MM. **Wyrouboff** et **A. Verneuil.**

« Nous avons indiqué précédemment une méthode très exacte pour séparer la thorine de toutes les autres terres rares qui l'accompagnent habituellement ([1]). Cette méthode, basée sur l'emploi de l'eau oxygénée, conduit à un procédé industriel très simple, très rapide et peu coûteux, permettant d'extraire, à l'état de pureté, la totalité de la thorine existant dans un minerai donné. Appliqué en grand au traitement de plusieurs tonnes de monazite, ce procédé a donné des résultats tout à fait satisfaisants : nous croyons qu'il peut être intéressant d'en faire connaître les détails.

» Le minerai, quel qu'il soit d'ailleurs, est attaqué par l'un des procédés connus. Nous supposons qu'il s'agit de monazite et que l'attaque s'est faite par l'acide sulfurique; c'est là le cas le plus désavantageux, à cause de la grande difficulté d'éliminer complètement les acides sulfurique et phosphorique. Le produit de l'attaque est dissous dans l'eau, qui doit demeurer suffisamment acide pour ne pas précipiter de phosphates. La liqueur claire est décantée le lendemain et précipitée par la moitié de l'acide oxalique nécessaire à la précipitation totale.

» Les oxalates, qui entraînent toujours, dans ces conditions, une certaine quantité de phosphates, sont lavés jusqu'à ce que l'eau de lavage ne donne plus la réaction de l'acide phosphorique. Ils sont alors traités à chaud par une solution de carbonate de soude à 10 pour 100 jusqu'à transformation complète en carbonates, puis la liqueur surnageante est additionnée de lessive de soude pour précipiter complètement la thorine qu'elle tient en dissolution. On lave les carbonates pour enlever l'acide oxalique et on les dissout dans l'acide chlorhydrique employé sans excès. Si l'attaque par le carbonate de soude n'a pas été poussée à fond, il reste un faible résidu insoluble dans HCl, riche en thorine, qu'on laisse au fond du bac et qu'on traite à part après un certain nombre d'opérations.

» La liqueur chlorhydrique est traitée par du peroxyde de baryum délayé dans l'eau et ajouté par petites porportions jusqu'à ce que la solution ne donne plus de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 348; 1898.

précipité par l'eau oxygénée. Le précipité, coloré en rouge orangé par du peroxyde de cérium, renferme la totalité de la thorine, avec 20 à 30 pour 100 des autres terres rares; il est recueilli sur une toile, grossièrement lavé et dissous à froid dans HCl concentré : la solution, dont on élimine le baryte par la quantité suffisante d'acide sulfurique, est additionnée d'assez d'eau pour former une solution à 15 pour 100 d'acide, puis précipitée par l'acide oxalique; les oxalates, lavés jusqu'à disparition du fer, sont traités par une solution aussi concentrée que possible de carbonate d'ammoniaque, auquel on ajoute la quantité d'ammoniaque nécessaire pour le ramener à l'état de carbonate neutre. En organisant un épuisement méthodique dans deux ou trois vases de grès, on arrive rapidement à enlever la totalité de la thorine, qui entraîne avec elle environ 7 pour 100 des autres terres et spécialement des terres de l'yttria.

» La solution ammoniacale de ces oxalates est précipitée par la soude, le précipité lavé par décantation, jusqu'à disparition d'acide oxalique, puis dissous à froid dans la quantité juste suffisante d'acide azotique. La solution est versée dans la quantité d'eau nécessaire pour former une liqueur à 2 pour 100 de thorine et précipitée par l'eau oxygénée. Pour 1^{kg} de thorine, il faut 7^{lit} à 8^{lit} d'eau oxygénée à 10 volumes. Le précipité extrêmement volumineux est égoutté sur une toile et lavé jusqu'à ce que l'eau de lavage ne précipite plus par l'ammoniaque. La liqueur filtrée et les eaux de lavage qui contiennent encore un peu de thorine sont précipitées par l'ammoniaque et le précipité mis à part pour être traité ultérieurement.

» Jusqu'à ce moment de la préparation, il est inutile de se servir de réactifs purs : l'eau courante, les acides ordinaires du commerce conviennent très bien. En effet, quelques soins qu'on prenne dans une fabrication en grand, on n'évite pas les impuretés qu'il vaut mieux enlever à la fois dans une dernière opération.

» La thorine que l'on a ainsi obtenue contient encore environ 0,1 pour 100 de cérium; si donc on tient à l'avoir tout à fait pure, on redissout à chaud le précipité dans l'acide azotique concentré et l'on traite une seconde fois par l'eau oxygénée. Cette fois, elle est tout à fait exempte de cérium, mais elle renferme de l'acide sulfurique, de l'acide phosphorique, de la chaux. On la dissout dans HCl, on précipite par de l'acide oxalique, on décompose à froid l'oxalate par de la soude aussi pure que possible, on lave l'hydroxyde qui retient beaucoup d'alcali, on le dissout dans HCl pur et l'on précipite par l'ammoniaque. Après un lavage complet, il n'y a plus qu'à dissoudre dans l'acide azotique pur et évaporer à cristallisation pour avoir du nitrate très pur. Il est bien entendu que tous les lavages doivent être faits avec de l'eau distillée.

» Le grand avantage de ce procédé est de n'opérer que sur des quantités relativement faibles de matière puisque, dès le début, le peroxyde de baryum précipite un mélange contenant toute la thorine et une quantité d'impuretés qui ne dépasse pas le tiers de son poids.

» Nous pouvons ajouter qu'au cours d'un traitement qui a porté sur plus de cinq tonnes de monazite, nous n'avons jamais trouvé, soit dans la précipitation directe par l'eau oxygénée, soit dans l'épuisement fractionné par le carbonate d'ammoniaque, aucune terre présentant des propriétés diffé-

rentes de celles de la thorine et pouvant par conséquent indiquer la présence du corps nouveau *Russium* annoncé par M. Chroustchoff. Ce savant paraît du reste ne pas connaître la réaction si caractéristique de l'eau oxygénée sur la thorine, car, dans son dernier Mémoire (¹), il indique cette réaction comme appartenant à une terre nouvelle dont il se propose de faire l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des matières humiques naturelles.* Note de M. G. ANDRÉ.

« On sait que la forme soluble principale de l'azote dans le sol est la forme nitrique. Or cet azote nitrique se produit surtout aux dépens de l'azote dit *organique*, sous l'influence du ferment nitrique et en présence d'une base. Cet azote organique provient lui-même, soit de la décomposition lente des végétaux à la suite d'une série de phénomènes d'ordre chimique et d'ordre microbien, soit de la fixation de l'azote libre par certains microrganismes; il présente évidemment des formes multiples et d'autant plus complexes que la décomposition des substances végétales qui lui donne naissance est moins avancée. La constitution de la matière azotée du sol présente donc un intérêt majeur, puisque cette matière est la source ultérieure de l'azote nitrique.

» MM. Berthelot et André ont montré dans deux Mémoires (²) que, en traitant la terre végétale, soit par les alcalis, soit par les acides étendus, on arrive ainsi à solubiliser peu à peu, c'est-à-dire à simplifier la matière azotée, laquelle donne, suivant les conditions de temps, de chauffage, de concentration des réactifs, des doses d'azote ammoniacal plus ou moins notables. La conclusion qu'ils ont formulée est que la matière azotée du sol se comporte comme une *amide*.

» Les formes de cette matière azotée sont multiples, disons-nous : c'est ce qui résulte des expériences que je vais exposer, expériences faites sur quatre échantillons, savoir : 1° une terre végétale peu calcaire, provenant de la station de Chimie de Meudon; 2° de la terre de bruyère; 3° du terreau

(¹) *Bull. de la Soc. minéralogique de Saint-Pétersbourg;* 1896.

(²) *Sur les principes azotés de la terre végétale* (*Ann. Chim. et Phys.*, 6e série, t. XI, p. 368; 1887). — *Faits pour servir à l'histoire des principes azotés renfermés dans la terre végétale* (*Annales*, 6e série, t. XXV, p. 314; 1892).

obtenu en abandonnant à l'air pendant dix mois des plantes fraîches bien débarrassées de terre ; 4° de la tourbe.

» Pour rendre mes résultats essentiellement comparatifs, j'ai traité des poids connus de ces divers échantillons, pendant quinze heures au bain-marie à 100°, par vingt fois autant de potasse (KOH) ou d'acide chlorhydrique (HCl) qu'il y avait d'azote total dans le poids de matière employée ; l'alcali ou l'acide étant dissous dans trente fois leur poids d'eau. Dans le traitement par la potasse, l'azote a été dosé sous quatre formes ; dans le traitement par l'acide chlorhydrique sous trois formes signalées dans le Tableau ci-dessous. La marche suivie a été, en général, celle qui est exposée dans un des Mémoires mentionnés (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 314).

» Voici le résumé, sous forme de Tableau, de la quantité d'azote, pour cent de l'azote total de la matière initiale, obtenue dans les divers traitements.

	Terre végétale contenant Az dans 1 kg = 2 gr,06.				Terre de bruyère contenant Az dans 1 kg = 2 gr,70.				Terreau contenant Az dans 1 kg = 15 gr,74.				Tourbe contenant Az dans 1 kg = 22 gr,15.			
	1. Traitement par KOH.	2. Traitement par HCl du résidu insoluble dans KOH.	1. Traitement par HCl.	2. Traitement par KOH du résidu insoluble dans HCl.	1. Traitement par KOH.	2. Traitement par HCl du résidu insoluble dans KOH.	1. Traitement par HCl.	2. Traitement par KOH du résidu insoluble dans HCl.	1. Traitement par KOH.	2. Traitement par HCl du résidu insoluble dans KOH.	1. Traitement par KOH du résidu insoluble dans HCl.	2. Traitement par HCl.	1. Traitement par KOH.	2. Traitement par HCl du résidu insoluble dans KOH.	1. Traitement par HCl.	2. Traitement par KOH du résidu insoluble dans HCl.
Az volatilisé sous forme de AzH^3.	13,61	»	»	11,78	14,53	»	»	5,94	15,96	»	»	10,92	17,01	»	»	13,66
Az insoluble dans KOH	13,44	»	»	14,30	10,63	»	»	13,16	7,12	»	»	16,06	3,80	»	»	9,85
Az soluble α. précipitable par les acides	22,50	»	»	43,87	33,35	»	»	61,99	20,84	»	»	47,49	39,70	»	»	63,75
Az soluble β. non précipitable par les acides	50,45	»	»	30,05	41,49	»	»	18,91	56,08	»	»	25,53	39,49	»	»	12,74
Somme α + β	72,95	»	»	73,92	74,84	»	»	80,90	76,92	»	»	73,02	79,19	»	»	76,49
Az insoluble dans HCl	»	87,83	60,66	»	»	80,44	38,30	»	»	84,64	38,48	»	»	Dosages non exécutés.	46,09	»
Az soluble α. Dégageable sous forme d'ammoniaque	»	3,00	12,77	»	»	4,42	11,08	»	»	4,47	7,34	»	»		11,06	»
Az soluble β. Amidé	»	9,17	26,57	»	»	15,14	50,62	»	»	10,89	54,18	»	»		42,85	»
Somme α + β	»	12,17	39,34	»	»	19,56	61,70	»	»	15,36	61,52	»	»		53,91	»

» Ces chiffres donnent lieu aux remarques suivantes :

» I. *Traitement initial par la potasse.* — L'ammoniaque volatilisée dans

le cours du traitement alcalin s'élève à $\frac{1}{6}$ environ de l'azote total dans la tourbe; la quantité en est un peu moindre dans les trois autres échantillons. On peut en conclure déjà que la matière azotée est, partiellement au moins, plus voisine de l'état amidé dans la tourbe et le terreau mis en œuvre que dans les deux autres matières. On retrouve cette même progression quand on examine les chiffres qui donnent l'*azote soluble*. En totalisant ces chiffres, on a, pour la tourbe, le terreau, la terre de bruyère, la terre végétale, respectivement 79,19; 76,92; 74,84; 72,95 pour 100 de l'azote total. Mais l'azote qui demeure soluble après précipitation de la liqueur alcaline par les acides et qui représente en réalité le dernier terme de décomposition des amides complexes primitives, c'est-à-dire l'ammoniaque, est plus abondant dans le terreau et la terre végétale (56,08 et 50,45) que dans la tourbe et la terre de bruyère (39,49 et 41,49).

» *Traitement par l'acide chlorhydrique de la matière restée insoluble dans la potasse.* — Dans le cas de la terre végétale, il existe une résistance à la solubilisation de l'azote que la potasse n'a pas attaqué plus grande que dans les deux autres cas examinés. En effet, l'acide chlorhydrique n'a solubilisé que 12,17 pour 100 de l'azote résiduel, au lieu de 15,36 et 19,56 dans le cas du terreau et de la terre de bruyère. De cet azote, la portion dégageable à l'ébullition sous forme d'ammoniaque, après addition de magnésie, est peu abondante.

» II. *Traitement initial par l'acide chlorhydrique.* — L'ordre de solubilisation n'est plus le même que dans l'attaque initiale par la potasse, ce qui traduit immédiatement la nature différente des amides complexes contenues dans les quatre échantillons examinés. La matière azotée du terreau et celle de la terre de bruyère sont plus attaquables que celle de la tourbe et surtout que celle de la terre végétale (61,52 et 61,70 pour les deux premiers; 53,91 et 39,34 pour les deux autres). Quant à la dose d'azote dégageable du liquide chlorhydrique sous forme d'ammoniaque, par ébullition avec de la magnésie, elle est notablement plus faible que celle qui s'est directement volatilisée sous l'influence du traitement initial par la potasse.

» *Traitement par la potasse de la matière restée insoluble dans l'acide chlorhydrique.* — Les chiffres obtenus montrent que la constitution des corps azotés demeurant dans ce résidu est d'une nature assez différente, en général, de celle des corps azotés existant dans la matière primitive; l'azote éliminé sous forme volatile (AzH^3) est toujours en moindre proportion. La dose de l'azote solubilisé est tantôt plus faible (tourbe, terreau),

tantôt plus forte (terre de bruyère, terre végétale) que la dose de l'azote solubilisé lors de l'attaque par la potasse de la matière initiale; mais l'écart n'est pas très considérable. En somme, on arrive par cette seconde voie (attaque par HCl puis par KOH) à solubiliser à peu près autant d'azote qu'en effectuant l'opération inverse.

» J'indiquerai prochainement quelle est la répartition du carbone comparée à celle de l'azote, ainsi que la façon dont la matière azotée se comporte vis-à-vis de la chaux et du carbonate calcaire. »

PHYSIQUE. — *Sur la transformation des variations lumineuses en reliefs mobiles*. Note de M. **Dussaud**.

« Ayant disposé un faisceau lumineux en A, je me suis proposé d'obtenir en B un relief mobile dont les saillies soient proportionnelles aux variations d'intensité produites dans le faisceau en A, et ceci aux points correspondants. Le dispositif suivant permet d'obtenir ce résultat :

» Deux obturateurs identiques, l'un en A, l'autre en B, percés de petites ouvertures à écartement fixes et disposées en hélice, tournent synchroniquement, l'un devant le faisceau lumineux en A qu'il décompose en faisceaux élémentaires, l'autre devant un faisceau de tiges parallèles mobiles en B.

» En A, des lames séléniées reçoivent successivement les faisceaux élémentaires dont je viens de parler. Ces lames sont disposées dans le circuit primaire d'une bobine d'induction, dont le circuit secondaire constitue la ligne de transmission jusqu'en B.

» En B, se trouve intercalé dans cette ligne de transmission un téléphone dont la membrane agit distinctement, par un système multiplicateur, sur chacune des tiges parallèles mobiles placées en B pour les soulever plus ou moins contre l'obturateur.

» Lorsqu'on place les doigts au-dessus de l'obturateur en B, on constate l'existence d'un relief mobile, dont les variations de saillies correspondent aux variations d'intensité produites dans le faisceau A.

» En effet, en A les faisceaux élémentaires d'intensité variable frappent successivement les lames séléniées qui, par leur changement de résistance, déterminent l'envoi de courants électriques proportionnés au téléphone placé en B.

» La membrane de ce téléphone vibre et en conséquence soulève plus

ou moins le faisceau des tiges parallèles. Ce soulèvement est le même pour toutes les tiges; mais, grâce aux obturateurs synchrones, les doigts placés en B ne perçoivent ce soulèvement qu'à la place correspondant à celle où a eu lieu la variation d'intensité lumineuse dans le faisceau A, et, comme toutes les tiges passent dans un temps très court à travers l'obturateur, l'observateur ayant les doigts placés en B croit sentir un relief mobile avec les saillies voulues en chaque point.

» En substituant au faisceau A une chambre noire dont l'obturateur mobile constitue le fond, on peut projeter sur le bloc sélénié l'image d'objets très simples, très éclairés, et même s'ils sont en mouvement les doigts placés en B les distinguent avec plus ou moins de facilité, ce qui peut permettre à des personnes privées de la vue de s'exercer à acquérir la notion du mouvement et du déplacement de ces objets. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Coccidie à microgamètes ciliés.* Note de M. **Louis Léger.**

« J'ai fait connaître, dans une Note précédente ([1]), la présence de cils locomoteurs chez les microgamètes d'une Coccidie, la *Barroussia caudata* Lég. En poursuivant mes recherches sur les Coccidies des Chilopodes, j'ai rencontré une nouvelle espèce dont les microgamètes sont également pourvus de cils vibratiles et qui, par cela même, mérite d'être signalée.

» Cette Coccidie, qui rentre, d'après les caractères de ses sporocystes, dans le genre *Echinospora,* habite le tube digestif du *Lithobius hexodus*. Elle est extrêmement fréquente dans les *Lithobius* des gorges du Furon, près de Grenoble. Je l'ai aussi rencontrée, mais plus rarement, dans les *Lith. forficatus* de la même localité, en compagnie de l'*Adelea ovata,* Schn.

» Les stades que l'on rencontre le plus souvent et parfois en quantité prodigieuse sont ceux de macrogamètes mûrs ou en voie de maturité. D'abord allongés, ils deviennent ensuite ovoïdes, avec cette particularité qu'ils sont fortement renflés dans la région équatoriale, ce qui leur donne un aspect ventru très caractéristique.

» Ils possèdent alors une paroi très mince et renferment, outre les granules plastiques normaux, d'énormes grains chromatoïdes se colorant vivement par la safranine et remplissant en grande partie la Coccidie. De plus, à la maturité, s'observent toujours

---

([1]) L. Léger, *Sur les microgamètes des Coccidies* (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.,* 11 juin 1898).

un certain nombre de petits cristaux, fortement réfringents, du type clinorhombique et dont les contours sombres tranchent vivement sur le contenu du parasite. Par leurs réactions, ces cristaux paraissent constitués par de l'oxalate de chaux, comme ceux des *Lithocystis* et des *Barroussia* (¹). Je les considère comme un produit d'excrétion, car ils ne semblent jamais utilisés pendant l'évolution ultérieure de la Coccidie et on les retrouve comme résidu kystal, dans l'ookyste mûr.

» Les macrogamètes dérivent de corps intracellulaires dépourvus de grains chromatoïdes et de cristaux, et dont le contenu se divise totalement en un nombre peu élevé, douze à quinze environ, de macrozoospores, ordinairement disposés en méridiens et pourvus d'un rostre bien distinct.

» Les microgamètes se voient parfois en grand nombre, libres dans le contenu intestinal et tourbillonnant autour des macrogamètes mûrs. On les distingue facilement même sans le secours d'un objectif à immersion; un 7 de Leitz suffit pour voir leurs cils d'une façon absolument affirmative. Longs de 6 μ environ, ils présentent un corps presque uniquement formé de chromatine, légèrement renflé en fuseau, pourvu en avant d'un petit rostre et terminé en arrière par une pointe à peine effilée. Comme ceux des *Barroussia*, ils sont pourvus de deux cils locomoteurs, longs et à mouvements extrêmement rapides. La disposition de ces cils est un peu moins difficile à étudier ici que chez les *Barroussia*. Dans cette dernière espèce, il m'avait paru que les deux cils étaient insérés à peu près au même niveau au-dessous du rostre; en examinant attentivement les microgamètes d'*Echinospora*, je me suis assuré que la disposition des cils est en réalité un peu différente.

» Il y a bien un grand cil antérieur, au moins deux fois plus grand que le corps et inséré à la base du rostre; mais, en ce qui concerne le second cil, celui-ci paraît nettement se détacher de la partie convexe ou dorsale du microgamète, un peu avant l'extrémité postérieure. Comme le premier, ce cil est dirigé en arrière à l'état de repos. S'est-il accolé fonctionnellement à la région dorsale du microgamète ou prend-il réellement son origine à la partie postérieure? Je l'ignore. En tous les cas, les points d'action des deux cils sur le corps sont situés l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, ce qui rend compte de l'espèce de trémulation qui caractérise si bien, outre le tourbillonnement et les contractions propres de l'organisme, le microgamète en mouvement.

» En ce qui concerne le corps du microgamète, certaines particularités apparaissent, que je n'avais pas vues chez les *Barroussia*; c'est d'abord une petite masse de protoplasma granuleux, qui est emportée avec le microgamète au moment où il se détache de la masse de reliquat et qui est placée dans la concavité du corps chromatique. Sa limite apparaît nettement sous l'action de l'eau iodée, comme une corde sous-tendant l'arc chromatique qui constitue le corps du microgamète. En outre, le corps chromatique lui-même présente constamment, vers son milieu et du côté de sa concavité, une dépression profonde qui se montre comme une échancrure ou une vacuole, selon qu'on l'observe de profil ou de face. On observe aussi assez fréquemment une ou deux petites taches claires paraissant correspondre réellement à de minuscules vacuoles, dans le corps chromatique même.

(¹) J'ai autrefois signalé ces productions dans les *Barroussia* comme des cristalloïdes; mais l'étude plus approfondie que j'ai pu en faire chez les *Echinospora*, où elles sont identiques, ne me laisse plus aucun doute sur leur nature minérale.

» Lorsqu'un de ces microgamètes a rencontré un macrogamète mûr, on le voit s'appliquer étroitement à sa surface et y glisser d'un mouvement très régulier, sans contractions, en agitant vivement ses cils. Puis la pénétration s'effectue et le macrogamète fécondé s'entoure d'une paroi épaisse qui se forme au-dessous de la première. L'ookyste est alors évacué à l'extérieur. Ses dimensions moyennes sont d'environ 70^{μ} sur 50^{μ}.

» Arrivé à complète maturité, l'ookyste renferme un grand nombre de sporocystes, de 60 à 80, abritant chacun un seul sporozoïte. Il n'y a pas de reliquat kystal granuleux, mais seulement les petits cristaux d'oxalate de chaux qui étaient apparus au cours du développement des macrogamètes.

» Les sporocystes sont à double paroi : l'externe mince, l'interne épaisse, losangique vue de face, naviculaire vue de profil; en outre, cette dernière montre, à sa surface, de fines échinules disposées en spirale suivant deux lignes parallèles. Ils mesurent en moyenne 10^{μ} sur 8^{μ}.

» En raison de la forme ventrue bien caractéristique de ses macrogamètes et de ses ookystes, j'appellerai cette espèce *E. ventricosa*. Le genre *Echinospora*, caractérisé par ses sporocystes monozoïques échinulés, bivalves, comprend dès lors deux espèces :

» *a. E. Labbei*, caractérisé par ses ookystes ovoïdes renfermant 4 à 8 sporocystes à échinules disposés suivant des lignes méridiennes (*Lithobius mutabilis, Lith. pyrenaicus* de Banyuls);

» *b. E. ventricosa*, caractérisé par ses ookystes ovoïdes ventrus renfermant ordinairement de 60 à 80 sporocystes à échinules disposés suivant deux lignes spirales (*Lithobius hexodus* des environs de Grenoble).

» La présence des cils vibratiles chez les *Echinospora* montre que ce caractère important est au moins commun aux Coccidies polysporocystées monozoïques actuellement connues; peut-être le trouvera-t-on également chez d'autres espèces. »

BOTANIQUE. — *Influence de la lumière sur la forme et la structure des rameaux de la Vigne vierge et du Lierre terrestre.* Note de M. **Maige**, présentée par M. Gaston Bonnier (1).

« Au cours de recherches sur les plantes grimpantes et sur les plantes rampantes, j'ai eu l'occasion d'étudier l'action de la lumière sur la Vigne vierge et le Lierre terrestre.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau dirigé par M. Bonnier.

» La Vigne vierge (*Ampelopsis hederacea*) possède deux sortes de rameaux : des rameaux florifères et des rameaux grimpants; ces deux sortes de rameaux présentent respectivement les caractères suivants :

» Les *rameaux florifères* ont une croissance lente, des entrenœuds courts et peu nombreux, les feuilles sont bien développées, et celles du sommet dépassent le bourgeon terminal.

» Les *rameaux grimpants* ont une croissance rapide, des entrenœuds allongés et nombreux; le bourgeon terminal n'est pas dépassé par les feuilles des premiers nœuds visibles; ces rameaux présentent une nutation très accentuée et forment un crochet à leur extrémité; les pédoncules floraux sont remplacés par des vrilles adhésives.

» Au point de vue anatomique, si l'on examine des rameaux suffisamment âgés pour que leurs éléments de l'année aient acquis leur structure et leurs dimensions définitives, on trouve que les rameaux grimpants présentent, par rapport aux rameaux florifères, des vaisseaux plus larges, des fibres moins abondantes et moins épaissies.

» *Cultures comparées.* — Pour étudier l'influence de la lumière sur l'aspect extérieur et la structure de ces deux sortes de rameaux, j'ai disposé quatre plants de Vigne vierge, l'un au soleil, les trois autres à des intensités lumineuses décroissantes.

» Le plant exposé au soleil avait des rameaux florifères et des rameaux grimpants dans la proportion moyenne de trois florifères pour deux grimpants; le plant qui ne recevait la lumière directe que pendant une partie de la journée avait à peu près autant de rameaux florifères que de rameaux grimpants; les deux derniers plants, maintenus à la lumière diffuse faible, ne possédaient que des rameaux grimpants.

» Avant de transporter les plants à la lumière atténuée, j'avais noté les rameaux déterminés comme florifères; à la lumière diffuse on voit ces rameaux se transformer progressivement en rameaux grimpants : leurs entrenœuds s'allongent, la croissance terminale devient rapide, les pédoncules se contournent et prennent l'aspect de vrilles à l'extrémité desquelles se trouvent les fleurs avortées. Ces rameaux, en devenant grimpants, avaient atteint une grande longueur, et, quoique placés contre un mur, ils étaient retombés à terre et avaient acquis des racines adventives à tous les nœuds, même aux nœuds qui ne reposaient pas sur le sol; ces rameaux grimpants avaient tout à fait pris l'aspect de rameaux rampants.

» On peut remarquer, d'autre part, que les rameaux grimpants du pied situé au soleil avaient une croissance terminale plus lente que celle des rameaux grimpants développés à l'ombre, des entrenœuds beaucoup plus courts, une nutation devenue à peine sensible; ces rameaux rappelaient par leur aspect les rameaux florifères.

» Au point de vue anatomique les rameaux grimpants développés à l'ombre ont des vaisseaux plus larges, des fibres moins abondantes et moins épaissies que les rameaux grimpants développés au soleil.

» En résumé, aussi bien au point de vue de la morphologie externe

qu'au point de vue anatomique, la lumière atténuée exagère les caractères d'adaptation à la vie grimpante.

» Le Lierre terrestre (*Glechoma hederacea*) présente deux sortes de rameaux : des rameaux dressés florifères et des rameaux rampants stériles.

» Comme les rameaux florifères de la Vigne vierge les *rameaux dressés* ont une croissance lente, des entrenœuds assez courts; les feuilles du sommet dépassent le bourgeon terminal; ajoutons que les pétioles des feuilles sont courts et que la tige possède des angles saillants.

» Les *rameaux rampants* ont une croissance rapide; les feuilles du sommet ne dépassent pas le bourgeon terminal; les entrenœuds et les pétioles des feuilles sont allongés; les angles de la tige sont à peine marqués; les nœuds portent des racines adventives.

» Au point de vue anatomique, la tige rampante présente par rapport à la tige dressée les différences suivantes : le collenchyme est moins développé et formé de cellules à parois plus minces; le rapport de l'épaisseur de l'écorce au diamètre du cylindre central est plus grand; le bois est formé de vaisseaux plus larges, de fibres moins abondantes et moins épaisses.

» *Cultures comparées.* — J'ai étudié l'influence de la lumière sur ces deux sortes de rameaux.

» Après la floraison, il arrive souvent que l'extrémité terminale de la tige dressée s'allonge, retombe à terre et se transforme en tige rampante.

» L'ombre favorise cette transformation.

» Sur onze pieds de Lierre terrestre cultivés au soleil, trois seulement se sont transformés après la floraison en tiges rampantes; les huit pieds que j'avais cultivés à l'ombre ont tous subi cette transformation.

» La tige dressée porte souvent des bourgeons à la place des fleurs ou à ses nœuds inférieurs; ces bourgeons se développent au soleil en rameaux dressés, à l'ombre en rameaux rampants.

» Dans les cultures que j'avais faites en plein soleil, j'ai constaté, au contraire, que plusieurs stolons se sont redressés partiellement, prenant les caractères externes et internes des rameaux dressés tout en conservant certains caractères de rameaux rampants, comme la présence de racines adventives aux nœuds.

» Si l'on compare deux pieds de Lierre terrestre, l'un développé au soleil, l'autre à l'ombre, on constate que le pied situé à l'ombre présente par rapport au premier les différences suivantes : au point de vue de l'aspect extérieur, le pied à l'ombre possède des entrenœuds plus allongés, les feuilles ont des pédoncules plus longs, la tige des angles moins saillants; au point de vue anatomique, le pied à l'ombre possède un collenchyme moins développé et formé de cellules à parois plus minces, le rapport de l'épaisseur de l'écorce au diamètre du cylindre central est plus grand, le bois est formé de fibres moins nombreuses et de vaisseaux plus larges.

» Ces modifications se constatent à la fois sur la tige rampante et sur la tige dressée.

» Si nous comparons les résultats obtenus avec la Vigne vierge à ceux qu'a fournis l'étude du Lierre terrestre, nous pouvons énoncer les conclusions suivantes :

» 1° *La lumière diffuse favorise la formation de rameaux grimpants ou rampants et peut produire la transformation d'un bourgeon florifère en bourgeon grimpant ou rampant;*

» 2° *La lumière directe produit des effets inverses;*

» 3° *La lumière diffuse agissant sur les rameaux grimpants ou rampants exagère en eux les caractères morphologiques et anatomiques d'adaptation à la vie grimpante ou rampante;*

» 4° *La lumière directe produit des effets inverses.* »

VITICULTURE. — *Sur l'adhérence des bouillies cupriques utilisées pour combattre les maladies cryptogamiques de la Vigne* (1). Note de MM. **Guillon** et **Gouirand**, présentée par M. Guignard.

« Dans une précédente Communication (2), nous avons indiqué l'adhérence des différentes bouillies cupriques lorsque ces dernières sont disposées sur des plaques de verre. Nous allons indiquer aujourd'hui le résultat de nos recherches avec les mêmes bouillies déposées sur les feuilles de la Vigne.

» La méthode opératoire a été la même; les gouttelettes de liquide étaient déposées sur des feuilles attenantes au sarment. Ces dernières n'étaient détachées qu'au moment où elles étaient soumises à une pluie artificielle.

» Chaque bouillie était expérimentée : 1° immédiatement après sa préparation; 2° vingt-quatre heures après. Le Tableau suivant est le résumé de plusieurs expériences :

	Nature des bouillies.	Cuivre resté sur les feuilles avec les bouillies déposées : 1° Immédiatement après la préparation.	2° 24 heures après la préparation.
		pour 100.	pour 100.
A	Bouillie bordelaise à 2 pour 100 alcaline	35,5	32,8
A′	» » » acide	33,7	»
B	» » à 1 pour 100 de mélasse	28,5	29,8
C	» » à 3 pour 1000 de gélatine	31,5	28,5

(1) Travail exécuté à la Station viticole de Cognac.
(2) *Comptes rendus*, n° 4; 5 juillet 1898.

	Nature des bouillies.	Cuivre resté sur les feuilles avec les bouillies déposées : 1° immédiatement après la préparation. pour 100.	2° 24 heures après la préparation. pour 100.
D	» bourguignonne à 2 pour 100 de carbonate de soude.	42,0	»
D′	» » à 4 pour 100 » » ..	57,3	6,2
E	» à 2 pour 100 de bicarbonate de soude.............	72,0	traces.
E′	» à 4 pour 100 » »	26,6	»
F	» à 2 pour 100 de savon...........................	89,1	»
F′	» à 3 pour 100 »	93,6	25,8
G	» à 3 pour 100 de carbonate de potasse	37,1	29,3
H	» à 3 pour 100 » d'ammoniaque..........	30,5	traces.
I	Eau céleste à 2 pour 100 d'ammoniaque..................	16,0	»
I′	» à 3 pour 100 » (alcaline)..........	38,6	9,6
J	Bouillie à 2 pour 100 de verdet gris......................	33,2	32,9
K	Solution à 2 pour 100 de verdet neutre....................	12,7	12,7

» Les mêmes expériences, répétées avec la pluie naturelle, ont donné des résultats analogues.

» Il résulte du Tableau précédent, comme de nos essais sur les plaques de verre, que d'une façon générale les bouillies sont d'autant moins adhérentes qu'elles sont plus anciennement préparées. Cette propriété peu accusée dans les bouillies à la chaux est, au contraire, très accentuée dans les bouillies à la soude, au savon ou à l'ammoniaque.

» En *résumé*, il résulte de ce travail : 1° que les bouillies, surtout celles à la soude ou au savon, doivent être employées aussitôt après leur préparation; 2° que ces différentes bouillies peuvent être classées, au point de vue de l'adhérence, dans l'ordre suivant :

» 1° Bouillie au savon;
» 2° Bouillie à 2 pour 100 de bicarbonate de soude;
» 3° Bouillie au carbonate de soude;
» 4° Bouillie à la chaux et au carbonate de potasse; eau céleste; verdet gris;
» 5° Bouillie à la gélatine;
» 6° Bouillie à la mélasse;
» 7° Verdet neutre.

» 3° Les bouillies sont, en général, d'autant plus adhérentes qu'elles sont plus rapprochées de la neutralité. »

La séance est levée à 3 heures un quart.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 SEPTEMBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la recherche et la valeur clinique de l'agglutination du bacille de Koch par le sérum sanguin de l'homme.* Note de MM. S. Arloing et Paul Courmont.

« La présente Communication porte sur les applications à la clinique du fait décrit par l'un de nous à la séance du 16 mai 1898 (Arloing, *Agglutination du bacille de la tuberculose vraie*). M. Ferran, nous devons le dire, aurait signalé le même fait avant nous, dans une Note *Sur les aptitudes saprophytes du bacille de la tuberculose et ses affinités avec le bacille du typhus et le bacille commun du gros intestin*. Noyée dans des faits d'un ordre tout différent, l'observation du bactériologiste espagnol nous avait complètement échappé, lorsque nous avons exécuté nos propres travaux. Dans tous les cas, M. Ferran n'a pas songé au parti que l'on pourrait tirer de l'agglu-

tination du bacille de Koch par le sérum sanguin, dans le diagnostic de la tuberculose.

» Nous avons indiqué, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 8 août 1898, les moyens d'obtenir les cultures du bacille de Koch les plus propres à la recherche du phénomène de l'agglutination. Aujourd'hui, il sera question de la technique de cette recherche et de la valeur clinique de la séro-réaction.

» I. Pour obtenir des résultats satisfaisants de la recherche de l'agglutination par le sérum sanguin des tuberculeux, il est indispensable d'observer un certain nombre de précautions, jugées inutiles au séro-diagnostic d'autres affections, de la fièvre typhoïde par exemple, bien que le procédé général soit le même dans les deux cas.

» Habituellement, nous avons fait réagir le sérum sur des cultures développées dont on prenait la partie supérieure, attendu que le fond renferme presque toujours des amas spontanés.

» Le sérum doit être préféré au sang total, dont les globules peuvent masquer le dépôt; le sérum incolore, au sérum coloré par l'hémoglobine; le sérum frais, à celui qui aurait pu être souillé par des germes vulgaires. On l'obtiendra de la rétraction spontanée du sang qui s'est écoulé dans de petits tubes *ad hoc,* à la sortie d'une piqûre de lancette faite à la pulpe d'un doigt dont la surface a été préalablement stérilisée. A défaut de la rétraction spontanée du caillot, on a recours à l'action de la force centrifuge pour bien séparer le sérum.

» Les tubes stérilisés dans lesquels on fait la réaction auront un petit diamètre ; on les inclinera à 45°, une fois le mélange accompli à leur intérieur, afin que les grumeaux se déposent plus facilement, au fur et à mesure de leur formation, sur une certaine longueur des tubes.

» Avec chaque sérum, nous préparons trois mélanges de titres différents : à $\frac{1}{5}$, à $\frac{1}{10}$, à $\frac{1}{20}$; c'est-à-dire à une goutte de sérum pour cinq de culture, et ainsi de suite. L'agglutination n'a pas de signification pratique dans un mélange dont le titre est supérieur à $\frac{1}{5}$; ordinairement, elle fait défaut au-dessous de $\frac{1}{20}$. Cette échelle de trois tubes facilite l'observation dans les cas limites.

» Le temps au bout duquel la séro-réaction est complète, toujours bien plus long que dans la séro-réaction typhoïde, varie d'ailleurs beaucoup suivant les sérums. Nous examinons les tubes deux heures, dix heures et vingt-quatre heures après le mélange. Les modifications qui se produiraient au delà de vingt-quatre heures sont négligeables.

» L'effet du sérum est cherché à l'œil nu et au microscope. A l'œil nu, on se rend compte de l'abondance et de l'aspect du dépôt, et aussi de la clarification plus ou moins complète du mélange. Le dépôt s'apprécie plus aisément dans les tubes inclinés, où il se forme sur une large surface, le long de la paroi inférieure, soit sous forme de flocons peu adhérents, soit sous forme d'une couche lamelleuse fixée au verre. Lorsque la réaction est simplement ébauchée, la paroi est comme finement

striée de petits grains. Le dépôt ne doit jamais se produire sans adjonction de sérum, c'est-à-dire dans un tube témoin qu'il ne faut jamais manquer de préparer comme terme de comparaison. La clarification s'apprécie en regardant les tubes à jour frisant, sur un fond noir.

» Le résultat définitif est noté au bout de vingt-quatre heures. La séro-réaction est absolument positive, si la clarification est complète. Elle est encore positive si, malgré un léger louche, il s'est fait un dépôt abondant à grumeaux bien formés.

» L'examen microscopique, à un fort grossissement, est un moyen de contrôle. Il faut éviter de détruire les grumeaux par une agitation trop forte du dépôt et comparer une goutte de culture du tube témoin, non additionné de sérum, à une goutte de la même culture ayant subi la séro-réaction.

» Malgré toutes les précautions susindiquées, l'appréciation de la limite du pouvoir agglutinant n'est pas toujours facile, parce que l'aptitude des cultures à se laisser agglutiner présente d'assez grandes différences. Nous parons à cette autre difficulté, en comparant nos séro-réactions à celle d'un sérum d'animal tuberculisé, ou de la sérosité d'une pleurésie ou d'une péritonite tuberculeuse (sérum étalon ou sérosité étalon), que l'on conserve aisément et dont le pouvoir agglutinant nous est connu.

» II. Nous avons éprouvé la valeur clinique de l'agglutination, en cherchant à l'obtenir : 1° avec le sérum sanguin de malades tuberculeux ou présumés tels par la clinique; 2° avec le sérum de sujets malades ou bien portants, présumés non tuberculeux.

» 1° Les malades tuberculeux ou présumés tels étaient atteints : *a*, de lésions pulmonaires avancées avec état général grave, fièvre, etc.; *b*, de lésions pleurales ou pulmonaires peu avancées; *c*, de tuberculose chirurgicale.

» Sur 26 malades du groupe *a*, 92 pour 100 ont agglutiné : 69 pour 100 à $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{20}$; 23 pour 100 à $\frac{1}{5}$. Les deux malades qui n'agglutinèrent pas sur 26 étaient des tuberculeux incontestables et très avancés. La cause de cette anomalie est à trouver.

» Sur 22 malades du groupe *b*, 95,5 pour 100 ont agglutiné : 82 pour 100 à $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{20}$; 13,5 pour 100 à $\frac{1}{5}$. Le seul malade sur 22 qui n'ait pas agglutiné est un pleurétique à grand épanchement, dont la tuberculose ne saurait être affirmée, l'inoculation du liquide au cobaye étant demeurée sans résultat.

» Sur 12 malades du groupe *c*, 50 pour 100 ont agglutiné très nettement; 50 pour 100, faiblement.

» 2° Les sujets non tuberculeux ou présumés tels se subdivisaient en deux groupes : *a'*, sujets atteints d'affections diverses; *b'*, sujets bien portants et valides.

» Le groupe *a'* comprenait 21 cas d'affections variées et 13 cas de fièvre typhoïde.

Parmi les premiers, le sérum était dépourvu du pouvoir agglutinant 14 fois, et le possédait à un faible degré 7 fois ([1]). Parmi les seconds, le sérum a donné une réaction négative 6 fois, et une réaction positive 7 fois. M. Ferran dit avoir observé des faits analogues à ces derniers. Nous ferons remarquer que deux au moins des typhiques ayant donné une réaction positive étaient suspects de tuberculose à raison de leurs antécédents ou de certains symptômes.

» Le groupe *b'*, comprenant 16 sujets âgés de dix-huit à trente ans, a fourni 5 résultats positifs, soit 30 pour 100, et 11 résultats négatifs, soit 70 pour 100. Les résultats positifs se distribuaient de la manière suivante : 1 à $\frac{1}{20}$; 2 à $\frac{1}{10}$; 2 à $\frac{1}{5}$. D'où l'on peut inférer, à notre avis, que la tuberculose latente est plus fréquente qu'on ne pense et que sa présence est conciliable avec les apparences d'une santé parfaite.

» III. De l'ensemble des résultats exposés ci-dessus, nous conclurons que la séro-agglutination peut fournir, avec rapidité, un élément d'information très important dans le diagnostic précoce de la tuberculose.

» N'avons-nous pas observé, en effet, que le phénomène a été presque constamment positif avec le sérum des tuberculeux dont les lésions étaient peu avancées? C'est d'ailleurs dans ces occasions que la séro-réaction est appelée à rendre le plus de services. Au surplus, un certain nombre d'exemples relevés à la clinique du professeur Boudet, à Lyon, ont prouvé que la séro-réaction, systématiquement employée chez tous les malades d'un service hospitalier, était capable de conduire au diagnostic de tuberculoses momentanément masquées par une autre affection.

» Cependant, avant d'en généraliser l'emploi et de lui demander des renseignements au-dessus de toute discussion, il importe de connaître la cause de certains résultats exceptionnels (réactions positives avec le sérum de certains sujets bien portants en apparence et réactions négatives avec le sérum de quelques tuberculeux avancés). En outre, il ne faut pas oublier que le séro-diagnostic de la tuberculose sera toujours plus délicat à faire que celui de la fièvre typhoïde et qu'il exigera des mains exercées, usant toujours des mêmes procédés, dans des conditions identiques. »

([1]) Chez un de ces malades à séro-réaction positive à $\frac{1}{5}$, ne présentant que des symptômes gastriques vagues au moment de l'examen du sérum, on a constaté depuis une laryngite tuberculeuse.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations et éléments de la comète Perrine-Chofardet.* Note de M. G. FAYET, communiquée par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Temps sidéral de Paris.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaison.	Étoiles.
	h m s	m s	′ ″		
Sept. 16.......	3.48.55	−1.52,61	+0.9,9	9:6	*a*
17.......	3.51.13	+0.35.19	+3.1,5	4:4	*b*

Positions des étoiles.

Étoiles.	Grandeur.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	8,6	9.59.52,24	+2,38	+29. 7.59,9	−13,3	A.G. Cambridge, 5205
b.......	8,4	10. 3.37,89	+2,37	+28.28.56,4	−13,4	A.G. Cambridge, 5228

Positions apparentes de la comète.

Dates 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 16..	16. 4.29	9.58. 2,01	$\bar{1},648_n$	+29. 7.56,5	0,771
17..	16. 2.50	10. 4.15,45	$\bar{1},646_n$	+28.31.44,5	0,777

Ces observations ont été faites à l'équatorial de la tour de l'Ouest de l'Observatoire de Paris. La comète s'aperçoit comme une nébulosité de 9ᵉ grandeur, à peu près ronde et 6′ environ d'étendue; la partie centrale, de 40″ environ de diamètre, ressort assez bien sur l'ensemble.

A l'aide de mon observation du 17 et des observations des 14 et 15 faites à Besançon et que M. Gruey m'a gracieusement communiquées, j'ai calculé les éléments provisoires suivants :

$$\left.\begin{array}{r} T = \text{oct. } 20,7305 \\ \pi = 194°.40′,9″ \\ \Omega = 34.\ 8,40 \\ i = 28.40,0 \\ \log q = 9,645392 \end{array}\right\}\ \text{équinoxe moyen de } 1898,0.$$

Le lieu moyen est représenté de la façon suivante, dans le sens « obs. — calcul »

$$\cos\beta\,\delta\lambda = +4'', \qquad \delta\beta = -1''.$$

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine-Chofardet, faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. **L. Picart** et **Courty**, présentées par M. Lœwy.

Comète Perrine-Chofardet.

Dates 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ℘ comète.	Observateur.
Sept. 15.....	1	h m s 3.52.56,82	m s +3.44,83	′ ″ — 0.26,82	L. Picart
16.....	2	3.50.18,58	—1.49,13	+ 0.10,87	L. Picart
17.....	3	4.18.33,86	+0.45,34	— 2. 3,48	Courty

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1....	A.G.Z. Cambridge, 5135	h m s 9.48. 7,74	s +2,43	° ′ ″ 60.18.23,26	″ +12,97
2....	A.G.Z. Cambridge, 5205	9.59.52,14	+2,37	60.52. 0,14	+13,37
3....	A.G.Z. Cambridge, 5228	10. 3.37,89	+2,37	61.31. 3,59	+13,43

Positions apparentes de la comète Perrine-Chofardet.

Dates 1898.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Sept. 15......	h m s 16.12.23,96	h m s 9.51.55,00	—1̄,686	° ′ ″ 60.18. 9,41	—0,735
16......	16. 5.50,26	9.58. 5,38	—1̄,684	60.52.24,38	—0,745
17......	16.30. 5,00	10. 4.25,60	—1̄,681	61.29.13,54	—0,725

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1898 (Perrine-Chofardet), *faites à l'observatoire de Besançon* (*équatorial coudé*). Note de M. **L.-J. Gruey**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de Besançon.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Observateur.
Sept. 14........	*a*	h m s 3.43.45	m s —1.51,45	′ ″ —8.45,4	Chofardet
15........	*b*	3.11.58	—2.20,92	+4.38,9	Id.
16........	*c*	3. 1.34	—2. 5,60	+3.26,7	Id.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a	1927 Bonn, T. VI	9.47.27,67	+2,43	59.53.16,7	+12,6
b	1947 Bonn, T. VI	9.53.56,70	+2,40	60.11.41,5	+13,1
c	1226 Weisse$_2$, IX^h	9.59.49,33	+2,38	60.46.50,2	+13,3

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1898.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire moyenne.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 14...	16. 7.14	9.45.38,65	$\bar{1}$,667$_n$	59.44.43,9	0,749$_n$
15...	15.31.36	9.51.38,18	$\bar{1}$,658$_n$	60.16.33,5	0,787$_n$
16...	15.17.18	9.57.46,11	$\bar{1}$,650$_n$	60.50.30,2	0,804$_n$

La comète est ronde, avec une forte condensation au centre, qui s'éteint à l'aurore avec les étoiles voisines de 8e grandeur. Son diamètre est de 3′ environ.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le premier semestre* 1898; par M. **P. Tacchini.**

« Voici les résultats, pour les taches et les facules :

1898.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Janvier......	25	7,84	0,00	37,8	71,6	2,7
Février......	22	14,64	0,14	50,1	72,3	2,9
Mars........	20	10,40	0,20	48,5	83,5	2,3
Avril........	18	6,17	0,17	16,5	130,0	1,7
Mai.........	26	6,96	0,00	24,9	98,4	1,7
Juin........	21	4,57	0,33	7,7	87,1	1,5

» Après le maximum secondaire du mois de janvier, on a constaté une diminution progressive dans le phénomène des taches solaires, surtout dans le nombre des groupes par jour, mais le minimum de juin n'est pas

aussi fort que le minimum de novembre 1897, déduit d'un nombre presque égal d'observations.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1898.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances.		
		Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Janvier.........	18	2,67	31″,5	1°,3
Février.........	14	2,57	30,8	1,2
Mars...........	13	2,38	31,2	1,4
Avril...........	16	3,44	27,6	1,1
Mai............	25	1,08	19,9	0,8
Juin............	24	3,00	32,4	1,1

» En comparant ces nombres avec la série du semestre précédent, on voit que le phénomène des protubérances présente une diminution, comme les taches solaires.

» Quant à la distribution en latitude des différents phénomènes, voici les résultats par trimestre et par zones :

Latitudes.	Protubérances.			
	1er trimestre.		2e trimestre.	
90° + 80°	0,000		0,000	
80 + 70	0,024		0,012	
70 + 60	0,032		0,012	
60 + 50	0,040		0,055	
50 + 40	0,032	0,429	0,025	0,418
40 + 30	0,040		0,086	
30 + 20	0,055		0,068	
20 + 10	0,111		0,068	
10 . 0	0,095		0,092	
0 — 10	0,167		0,062	
10 — 20	0,029		0,098	
20 — 30	0,055		0,147	
30 — 40	0,095		0,098	
40 — 50	0,079	0,571	0,092	0,582
50 — 60	0,040		0,049	
60 — 70	0,024		0,012	
70 — 80	0,016		0,012	
80 — 90	0,016		0,012	

Facules.

Latitudes.	1er trimestre.		2e trimestre.	
60° + 50°	0,004		0,000	
50 + 40	0,000		0,004	
40 + 30	0,018	0,435	0,026	0,373
30 + 20	0,091		0,053	
20 + 10	0,148		0,117	
10 . 0	0,174		0,173	
0 — 10	0,213		0,244	
10 — 20	0,165		0,233	
20 — 30	0,104	0,563	0,109	0,627
30 — 40	0,061		0,026	
40 — 50	0,018		0,011	
50 — 60	0,004		0,004	

Taches.

Latitudes.	1er trimestre.		2e trimestre.	
20° + 10°	0,068	0,273	0,192	0,341
10 . 0	0,205		0,149	
0 — 10	0,295	0,727	0,106	0,659
10 — 20	0,432		0,553	

» Les protubérances ont continué à se manifester plus fréquemment dans les zones australes, comme dans le semestre précédent ; elles figurent presque dans chaque zone avec le maximum au sud de l'équateur.

» Les facules, comme les protubérances, présentent leur plus grande fréquence dans l'hémisphère austral, avec le maximum dans la zone (0° — 10°); elles s'étendent de 0° à ± 60°.

» Les taches ont été confinées dans la zone équatoriale (0° ± 20°), comme dans le semestre précédent; leur fréquence est plus grande dans les zones australes, comme pour les autres phénomènes solaires, car la seule éruption, assez faible, qu'on a observée, le 18 mars, était comprise entre — 6°,4 et — 9°. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les colorations des émaux de grand feu de porcelaine.* Note de MM. **A. Le Chatelier** et **P. Chapuy.**

« Dans les recherches entreprises à l'atelier de Glatigny, sur les émaux de grand feu de porcelaine, nous nous sommes proposé d'étudier la

gamme des colorations que peuvent produire les divers métaux dans les couvertes cuites au four à porcelaine.

» Nous avons obtenu les bleus avec la plupart des métaux sur lesquels ont porté ces recherches. Les métaux qui nous ont donné le bleu nous ont donné au moins les colorations qui l'avoisinent dans la répartition des couleurs du spectre, et ceux dont nous avons poussé l'étude plus complètement nous ont, en général, donné toutes les colorations au feu de porcelaine, en faisant varier la teneur en métal, la composition de la couverte et l'atmosphère, la température restant constante à la montre 13 de Séger (1360° ou 1390° centigrades, suivant l'échelle de graduations adoptée).

» Voici, pour les principales couleurs, les résultats que nous avons obtenus au four de fabrication, indépendamment de résultats de laboratoire plus étendus (¹) :

Chrome (²)............	*Violet* (O), *bleus* (O), vert, jaune, *orangé* (O), rouge (O).
Cobalt (³)....	Bleu, *vert* (R), *rose* (R).
Cuivre................	Bleu, vert, jaune, rouge.
Didyme (⁴)............	*Violet* (R), *bleu* (R), *vert* (R).
Erbium...............	*Violet* (R), *bleu* (R), *vert* (O), *rouge* (O).
Fer..................	Bleu (R), verts (R), jaune, rouges (R).
Lanthane..............	*Violet* (R), *bleu* (R).

(¹) Les colorations nouvelles, ou peu connues, au grand feu de porcelaine, sont indiquées en italiques. Le pluriel indique les nuances variées. (O) indique atmosphère oxydante, et (R) atmosphère réductrice. Nous n'indiquons ainsi que le type d'atmosphère, sans distinguer la composition même de l'atmosphère, que nous faisons varier, en employant, par exemple, le chlore, le soufre, des vapeurs métalliques, etc. Cette désignation ne spécifie d'ailleurs que le type d'atmosphère qui nous a donné les meilleurs résultats, les mêmes couleurs pouvant s'obtenir souvent, dans des atmosphères différentes, si l'on fait varier convenablement la composition de la couverte et la nature de l'oxyde ou des composés métalliques employés. Ainsi, le cuivre donne du jaune et du rouge en oxydant; le molybdène, du bleu en réducteur.

(²) Les bleus de chrome sont obtenus en oxydant, avec courant d'air pris à l'extérieur du four, en introduisant le chrome à l'état de sesquioxyde, à la teneur de 0,5 à 1,2 pour 100, dans une couverte feldspathique, en présence du zinc. De 1,2 à 1,5 pour 100, le rose apparaît, et à 1,6 pour 100 le bleu disparaît.

(³) En mentionnant le rose de cobalt, nous devons indiquer que, quoique l'obtenant sur pièces de fabrication, nous n'en avons pas achevé l'étude.

(⁴) Colorations différentes de celles obtenues avec l'oxyde de néodyme pur, que nous devons à l'amabilité de M. Demarçay. Celles du néodyme sont moins vives. On les obtient, pour le néodyme comme pour le didyme, en oxydant, mais les tons sont plus frais en réducteur.

Manganèse............ *Violet* (O), *bleus* (O), verts, jaune, *rouges*.
Molybdène............ *Violet* (O), *bleus* (O).
Néodyme.............. *Violet* (R), *bleu* (R), *vert* (R).
Nickel................ *Violet* (O), bleu (O), vert, jaune, *rouge* (O).
Titane (¹)............ Violets (R), bleu (R), verts (R), jaune, rouge (R).
Tungstène (²)......... *Violet* (R), bleus (R), jaune, *rouges* (R).
Thallium.............. *Bleu* (R), *vert* (R).
Thorium............... Bleu (R), vert (R).
Vanadium............. *Bleu* (O), *vert* (O), *jaune* (O).

» Sans entrer dans le détail des conditions de production, nous citons la composition de quelques couvertes, à titre d'exemples :

Bleu d'erbium.		Vert d'erbium.		Rouge d'erbium.	
SiO^2......	42,5	SiO^2......	31,5	SiO^2......	60,8
Al^2O^3.....	8,8	Al^2O^2.....	6,2	Al^2O^3.....	11,6
CaO......	1,5	CaO......	4,9	CaO......	1,1
BaO......	26,0	K^2O......	0,4	BaO......	18,5
K^2O......	0,5	Na^2O.....	0,9	K^2O......	0,7
Na^2O.....	1,7	ZnO......	46,8	Na^2O.....	1,9
Bo^2O^3....	5,4	ErO......	9,4	ErO......	5,3
ErO......	13,7		»		»
	100,1		100,1		99,9

Violet de néodyme.		Bleu de néodyme.		Vert de néodyme.	
SiO^2......	59,9	SiO^2......	63,5	SiO^2......	47,3
Al^2O^3.....	10,8	Al^2O^3.....	11,8	Al^2O^3.....	9,3
CaO......	2,0	CaO......	1,4	CaO......	1,3
SrO......	11,8	SrO......	17,3	BaO......	27,9
K^2O......	0,7	K^2O......	0,6	K^2O......	0,5
Na^2O.....	1,8	Na^2O.....	1,3	Na^2O.....	1,8
NeO......	1,3	NeO......	4,2	Bo^2O^3.....	6,0
	»		»	NeO......	5,8
	100,0		100,1		99,9

» Les colorations que nous avons obtenues au four à porcelaine, dans ces

(¹) Les violets, verts et rouges de titane, que nous mentionnons, sont obtenus sans mélange d'autres oxydes colorants, par variations de l'atmosphère. Une même couverte peut, par exemple, donner le bleu ou le violet, le vert ou le bleu, à volonté.

(²) Les bleus de tungstène, variés comme méthodes de production, sont obtenus, entre autres, en partant de l'acide tungstique, dans une couverte sans baryte.

essais partiels, sont inégalement franches. Nous pouvons, dès maintenant, citer parmi les plus intéressantes :

» Les violets de chrome, manganèse et didyme;

» Les bleus d'yttrium, de vanadium, de molybdène, de tungstène, analogues de ton et d'aspect au bleu de titane; les bleus de chrome, de fer, de manganèse, de thorium, de didyme, qui se rapprochent des bleus de cuivre et les valent comme ton avec des intensités variables;

» Le vert de cobalt, très franc et agréable; plusieurs verts de fer, de manganèse, de nickel, différents de ceux que nous connaissons déjà.

» Les rouges de fer, le rouge de tungstène, à tous égards comparables au rouge de cuivre comme aspect, intensité et nuance. Le rouge d'erbium.

» Nous nous contentons aujourd'hui d'exposer un ensemble de faits. Nous aurons l'occasion de revenir ultérieurement sur les phénomènes physiques et chimiques qui interviennent dans la production des diverses colorations. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la pesanteur et de la lumière sur l'organisation dorsiventrale des rameaux dans les inflorescences* (¹). Note de M. **H. Ricome**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Je me suis proposé de chercher quelle est l'influence de la radiation solaire et de la pesanteur sur l'organisation dorsiventrale des rameaux, dans les inflorescences.

» Chez les Ombellifères (*Heracleum Sphondylium, Daucus Carota, Archangelica officinalis*), les pédicelles orientés obliquement ont une symétrie bilatérale, et cette symétrie est d'autant plus accentuée que l'inclinaison est plus grande. La *fig.* 1 représente un de ces rameaux dans l'*Heracleum Sphondylium*, que j'ai déjà décrit dans une Note antérieure (²). On y remarque l'alternance, dans l'écorce, de massifs chlorophylliens (Cl. 1, Cl. 2) et de massifs collenchymateux (Co. 1, Co. 2). Ces massifs sont d'inégale importance. La face supérieure est profondément creusée de sillons, tapissés de tissu assimilateur, légèrement palissadique (Cl. 1), et séparés par des côtes renfermant du collenchyme (Co. 1). A la face inférieure, au contraire, la chlorophylle ne forme que de petits massifs (Cl. 2), qui disparaissent parfois, laissant la place

(¹) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(²) *Comptes rendus*, 13 décembre 1897.

au collenchyme (Co. 2). Celui-ci s'étale en surface et ne présente pas des caractères de tissu de soutien aussi accusés que dans les côtes. Cette face est dépourvue de lignes saillantes. Toutes les cellules de l'écorce sont plus grandes du côté du sol.

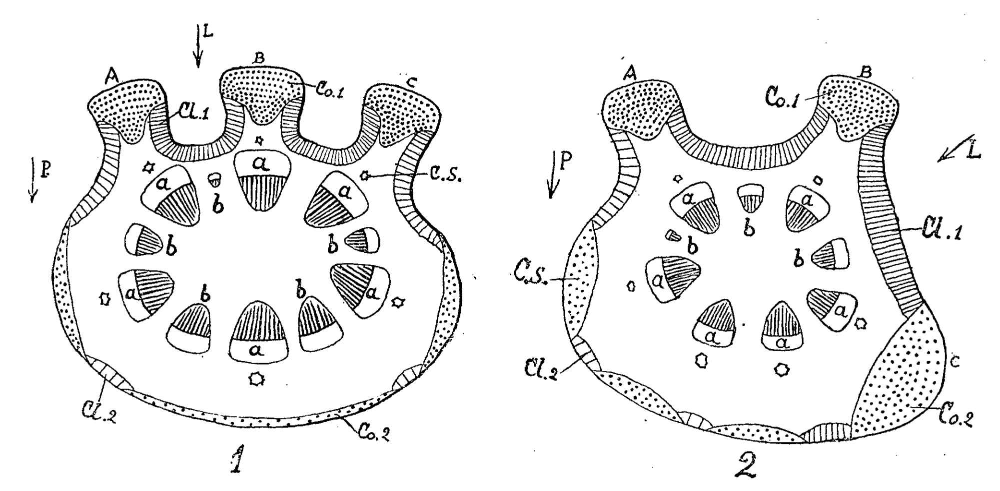


Fig. 1. — *Heracleum Sphondylium.* — Rameau horizontal de l'ombelle : Cl. 1 et Cl. 2, tissu chlorophyllien; Co. 1 et Co. 2, collenchyme; A, B, C, côtes saillantes; C.S., canal sécréteur; *a*, faisceaux libéroligneux principaux; *b*, faisceaux intermédiaires.

Fig. 2. — *Heracleum Sphondylium.* — Rameau horizontal de l'ombelle soumis à un éclairement unilatéral.

La flèche L indique la direction moyenne d'incidence de la lumière solaire; la flèche P est dirigée vers le sol.

» Soumis à un éclairement unilatéral, ces rameaux se déforment. Le cordon collenchymateux C se déploie de façon que la région chlorophyllienne comprise entre lui et le cordon B s'étale perpendiculairement à la direction de la lumière (*fig.* 2) et acquiert une surface plus large et une plus grande quantité de chlorophylle. Inversement, la surface des autres zones chlorophylliennes, actuellement à l'ombre, et le nombre de leurs chloroleucites diminuent. Les cellules les plus grandes de l'écorce se trouvent toujours en bas.

» Une déformation du même ordre se produit lorsqu'on fait arriver la lumière sur la face inférieure. Le rameau prend alors un contour très différent du précédent, mais adapté comme lui à la réception de la lumière sur une grande surface.

» Modifions au contraire l'influence de la pesanteur, sans changer la direction d'éclairement. Pour cela, au poids du rameau portant ses fleurs et ses fruits, ajoutons une charge supplémentaire. Le collenchyme se différencie profondément comme tissu de soutien dans les côtes : les cellules s'allongent, les membranes s'épaississent fortement sur les angles et la cavité se réduit. En bas, au contraire, ce tissu perd en partie ses caractères spéciaux, les cellules conservant des parois minces. Les cellules corticales deviennent, du côté du sol, beaucoup plus grandes que dans le cas normal. La section transversale des faisceaux libéro-ligneux inférieurs s'est considérablement

allongée, parce que les vaisseaux ont été comme dissociés par suite de l'agrandissement des cellules ligneuses qui les séparent.

» Si maintenant nous retournons la plante complètement, de façon à maintenir la face dorsale d'un rameau vers le haut et sa face ventrale vers le bas, nous obtenons un déplacement des côtes A et C. Ces côtes tendent à remonter vers le haut et arrivent à se former dans un plan sensiblement horizontal. Il y a de plus inversion partielle des caractères différentiels des deux faces. Le côté morphologiquement dorsal, situé actuellement vers le haut, acquiert du tissu assimilateur palissadique, du collenchyme à angles épaissis et des cellules corticales petites.

» Quand on suspend un poids supplémentaire à l'extrémité d'un rameau retourné, on obtient une inversion presque complète : la face dorsale devient une face supérieure sillonnée et la face ventrale une face inférieure à saillies presque effacées.

» Une des modifications les plus curieuses que nous ayons constatées dans ces diverses expériences est celle qui concerne les faisceaux libéroligneux.

» On peut, dans les pédicelles floraux, distinguer deux sortes de faisceaux : les faisceaux *a* (*fig.* 1), d'importance à peu près égale, situés en face du collenchyme, et des faisceaux intermédiaires *b*. Ces derniers, bien développés inférieurement, sont très réduits à la face supérieure et ils peuvent même manquer dans cette région. Toute cause (lumière, pesanteur) qui augmente l'écartement des cordons collenchymateux, provoque aussi l'écartement des faisceaux *a* et, par là même, la formation ou le développement plus considérable des faisceaux *b*. Ainsi, en comparant la *fig.* 1 et la *fig.* 2, on voit que, dans cette dernière, les faisceaux *b* ont disparu à la face inférieure et se sont développés à la face supérieure. Nous pouvons donc les faire apparaître ou disparaître expérimentalement dans une région donnée, avec cette restriction que leur place est déterminée par la structure générale du rameau.

» Les phénomènes que je viens de décrire ne sont pas spéciaux aux Ombellifères. Les Scrofulaires (*Scrofularia luridifolia*, par exemple) fournissent des résultats expérimentaux analogues. La face supérieure est bordée de deux ailes dont l'orientation varie avec l'orientation que l'on donne au rameau dans l'espace. Dans l'écorce, la distribution de la chlorophylle et les dimensions des cellules se modifient dans le sens que nous avons signalé.

» Les rameaux inclinés de *Ruta graveolens* sont cylindriques; mais le tissu chlorophyllien forme une couche continue dont l'épaisseur est deux à trois fois plus grande en haut qu'en bas. On n'observe de tissu palissadique que sur la face supérieure. L'expérience prouve que les palissades se forment toujours du côté éclairé directement. En surchargeant le rameau, on augmente l'épaisseur de l'écorce et celle du bois du côté du sol.

» En opérant sur d'autres plantes (*Erigeron canadense*, *Viola tricolor*,

Faba vulgaris, Ampelopsis hederacea, etc.), on peut généraliser les résultats obtenus et énoncer les conclusions suivantes :

» *Conclusions.* — 1° La dorsiventralité d'un rameau d'inflorescence peut être profondément modifiée et même renversée par un changement dans les conditions d'éclairement et dans les conditions mécaniques :

» La radiation solaire accentue les caractères propres du tissu assimilateur du côté le plus favorablement éclairé. Il se forme une face de lumière et une face d'ombre.

» L'action de la pesanteur se manifeste par une inégalité de dimensions dans les cellules des rameaux inclinés. Les cellules sont plus grandes du côté du sol. Vers le haut, le collenchyme est plus caractérisé comme tissu de soutien. Ces caractères sont encore plus marqués lorsqu'on ajoute un poids supplémentaire à l'extrémité du rameau. La pesanteur produit donc une face du haut et une face du bas.

» 2° L'influence combinée de la lumière et de la pesanteur détermine la forme du rameau. La face de lumière correspond habituellement dans la nature à la face du haut. C'est à cette coïncidence qu'il faut attribuer le plissement de la face supérieure de beaucoup de pédicelles, plissement qui a pour effet d'augmenter la surface occupée par le tissu assimilateur, localisé dans les sillons, et de permettre, en même temps, le développement du tissu de soutien dans les côtes.

» 3° Cette influence combinée modifie profondément la disposition des faisceaux.

» 4° La dorsiventralité, observée dans les rameaux obliques d'une inflorescence, doit être considérée comme une organisation radiaire, déformée par l'influence combinée de la radiation solaire et de la pesanteur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les ascensions exécutées le* 8 *juin* 1898, *à l'occasion de la quatrième expérience internationale.* Note de MM. **Hermite** et **Besançon**.

« A la suite des renseignements fournis par MM. Violle, Cailletet, Teisserenc de Bort et de Fonvielle, sur les ascensions françaises de la quatrième expérience internationale, nous avons l'honneur d'adresser à l'Académie deux dessins relatifs, l'un à l'ascension du grand *Aérophile* de 465^{mc}, l'autre à celle du ballon monté le *Balaschoff*.

» Nous croyons devoir appeler l'attention de l'Académie sur la remarquable coïncidence, constatée par M. Cailletet, entre les mesures photographiques fournies par le baromètre à mercure dont était muni son appareil, et celle de notre baro-thermographe construit par M. Richard.

» La courbe du thermomètre présente, dans la période d'équilibre de l'aérostat dans les hautes zones de l'atmosphère, une série de petites oscillations assez régulières, que nous attribuons à un mouvement de rotation du ballon autour de son axe, ayant provoqué, dans l'intérieur du panier parasoleil dans lequel le baro-thermographe était excentriquement placé à dessein, un échauffement irrégulier suivant la position de la paroi argentée exposée au soleil. Quant aux autres particularités de cette courbe, analogue à celles que nous avons déjà obtenues dans de semblables expériences, nous ne croyons pas devoir y insister ici.

» Grâce au zèle de M. Joseph Jaubert, le *Balaschoff* a pu être visé du haut de la tour Saint-Jacques, avec un excellent théodolite, depuis son départ jusqu'à sa disparition dans les nuages. C'est en nous servant de ces mesures angulaires et de celles qui ont été fournies par un excellent baromètre enregistreur de Richard, installé à bord, que nous avons pu reconstruire cette partie de la trajectoire de l'aérostat. Nous avons constaté de la sorte, à notre grande surprise, que le ballon avait décrit, peu après le départ, une spire complète sur un cylindre à base elliptique dont le grand axe, de 600^m de diamètre, était parallèle à la direction moyenne du vent. Le pas de cette spire singulière, dont la production dépend sans doute de l'état orageux et troublé de l'atmosphère en ce moment avait à peine 200^m.

» Pendant le cours de cette ascension, qui a été arrêtée par l'état prodigieusement humide de la basse atmosphère, nous avons observé, mais non mesuré, des spires analogues. La descente, à Magny-en-Vexin, a été suivie d'une pluie diluvienne précédée par quelques coups de tonnerre.

» Nous avions constaté déjà la production de spires analogues dans plusieurs voyages aériens, notamment le 25 septembre 1895 et le 21 octobre 1897, à bord du même aérostat le *Balaschoff*. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 SEPTEMBRE 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les changements survenus dans la grande nébuleuse de la ceinture d'Andromède.* Note de M. G. RAYET.

« L'existence d'une condensation lumineuse stellaire (Sternartige) dans le centre de la nébuleuse d'Andromède, signalée par M. Seraphimoff dans sa dépêche du 20 septembre, est réelle, mais elle n'est probablement que l'exagération momentanée de l'éclat du noyau de l'astre.

» Les différences d'ascension droite et de déclinaison entre la petite étoile de 10-11e grandeur qui précède la nébuleuse et le nouveau point lumineux sont, en effet,

$\Delta\alpha$.	$\Delta\mathcal{D}$.
$+10^s,91 \pm 0^s,02$	$+18'',48 \pm 0^s,17$

et, pour la position du centre de la nébuleuse par rapport à cette même étoile, les mesures anciennes donnent :

	Δα.	ΔD.
D'Arrest	$+11^s,26$	$+19'',5$
Struve	$+10,87$	$+18,7$
Vogel	$+10,79$	$+19,4$
	$+10,96$	$+19,2$

» Le point brillant de M. Seraphimoff est donc le point central de la nébuleuse dont l'éclat, variable, serait actuellement augmenté, et non pas une réapparition de l'étoile temporaire de 1885, dont la position, mesurée alors par M. Bigourdan, est assez différente.

» Le point brillant ressemble, d'ailleurs, non pas à une étoile vraie, mais à un noyau de comète, et a environ 3″ de diamètre. Il est enveloppé dans une nébulosité brillante à éclat régulièrement décroissant, en sorte que l'apparence de la portion centrale de la nébuleuse est celle que J. Herschel décrivait en 1826. Le noyau a été vu en 1847.

» Une condensation analogue se montre dans la nébuleuse sphérique qui est au sud de la nébuleuse principale, et, vu l'aspect granulé de ce dernier astre, elle ressemble tout à fait à une comète.

» La comparaison détaillée de l'apparence actuelle de la nébuleuse avec les dessins anciens de Herschel, de G.-P. Bond, et avec la photographie obtenue en 1888 par M. Roberts, montre des différences assez sensibles; c'est ainsi que les deux grands rayons obscurs de Bond sont très peu visibles et que la nébuleuse est moins elliptique qu'on ne l'indique en général.

» L'étude de la photographie de M. Roberts, qui ne montre pas de point central, exige d'assez nombreuses épreuves photographiques, déjà commencées par M. F. Courty, mais qui ne seront terminées qu'après la Lune. »

MÉMOIRES LUS.

M. Ch.-V. Zenger donne lecture d'une Note intitulée : « Imitation des phénomènes solaires par des décharges d'électricité dans un espace rempli de gaz et de poussières ».

(Commissaires : MM. Wolf, Mascart, Radau.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Sur une théorie géométrique des compas de marine.* Mémoire de M. **S.-L. Ravier**, présenté par M. E. Guyou. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du prix extraordinaire de la Marine.)

« Les figures qui se correspondent par transformation linéaire de la forme

$$X = ax + by + cz + d,$$
$$Y = a'x + b'y + c'z + d',$$
$$Z = a''x + b''y + c''z + d''$$

peuvent être définies, d'une façon purement géométrique :

» Des figures qui se correspondent point par point de sorte qu'à des » vecteurs égaux et parallèles entre eux de l'une correspondent toujours » des vecteurs égaux et parallèles entre eux de l'autre. »

» L'application de cette remarque à la théorie des déviations des compas nous a conduit à une théorie purement géométrique et à des résultats nouveaux dont voici le résumé :

» Quand un navire change de lieu, roule et tangue, l'extrémité de la force que donnerait le champ terrestre non troublé au centre du compas prend *dans le navire* des positions successives qui forment ce que nous appelons la *figure des champs,* les extrémités successives de la force effective qui résulte de l'action troublante des fers et aimants du navire forment ce que nous appelons la *figure des forces.*

» La figure des forces correspond linéairement à la figure des champs (en vertu des principes de Poisson).

» Si le navire reste droit et ne change pas de lieu, la projection sur le plan horizontal du centre du compas de la figure des champs (ou plane des champs) correspond linéairement à la projection de la figure des forces (ou plane des forces).

» Une figure plane qui correspond linéairement à une autre peut être mise en perspective cavalière avec elle.

» On peut en déduire que, *l'homme de barre étant supposé maintenir un seul œil ouvert à un œilleton fixe, on peut placer entre l'œilleton et le compas un disque gradué en rose des vents inversée de telle façon que, quel que soit le*

cap du navire, l'homme de barre lise le cap vrai à l'intersection apparente pour son œil du rayon nord de la rose avec la circonférence du disque.

» Un appareil reproduisant cela en dehors du compas est ce que nous appelons le *dromoscope perspectif;* il trouve son application pratique pour toutes les opérations de la régulation et de la compensation des compas, qu'il permet de faire sans calculs ni formules; il se règle facilement par tâtonnements, quand on connaît les déviations à 5 caps.

» La position du centre du disque réglé est fonction des aimantations permanentes du navire, et son orientation est fonction du système d'aimantations induites qui peuvent naître dans les fers doux.

» Il en résulte que, le disque une fois réglé, on peut s'en servir pour placer successivement les aimants et les sphères de compensation sans faire tourner le navire.

» On voit aussi que, quand le navire change de lieu ou d'aimantation permanente, le disque, pour rester réglé, a simplement à être déplacé parallèlement à lui-même.

» Il s'ensuit une méthode simple et exacte pour régler la barre de Flinders.

» Avec l'emploi du déflecteur, les mêmes résultats sont obtenus.

» L'étude, poursuivie pour l'erreur de bande en recourant à la représentation de la Géométrie descriptive, donne d'autres résultats :

» On obtient un tracé permettant de régler le dromoscope pour une bande quelconque en un lieu quelconque et un procédé permettant de compenser d'une façon complète l'erreur de bande, tout en réglant la barre de Flinders, le tout sans calculs, et même, pour les navires susceptibles de prendre la bande à volonté, sans que le navire ait jamais changé de lieu. »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des réduites de la fonction exponentielle.* Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Appell.

« J'appelle *réduites* d'une fonction, régulière dans le voisinage de l'origine, les fractions rationnelles qui, dans le voisinage de ce point, représentent cette fonction avec la plus grande approximation. Une réduite est complètement déterminée dès que l'on donne les deux nombres entiers positifs ou nuls, p, q, que ne doivent pas dépasser respectivement les degrés

du numérateur et du dénominateur; c'est ce que j'appelle la *réduite* (p, q).

» Le dénominateur de la réduite (p, q) de e^x est

$$P = \sum_0^q {}_h (-1)^h \frac{q(q-1)\ldots(q-h+1)}{(p+q)(p+q-1)\ldots(p+q-h+1)} \frac{x^h}{h!}.$$

» L'identité

$$\frac{q-i}{p+q-i} = \frac{q}{p+q} - \frac{ip}{(p+q)(p+q-i)}$$

montre que, si les deux nombres p, q croissent indéfiniment, de telle sorte que le rapport $\frac{p}{q}$ tende vers une limite ω, le terme général de ce dénominateur tend vers

$$\frac{\left(-\frac{x}{\omega+1}\right)^h}{h!},$$

en même temps que le nombre des termes croît indéfiniment, et l'on peut présumer que P tend vers une limite égale à la somme de la série

$$1 - \frac{x}{\omega+1} + \frac{1}{1.2}\frac{x^2}{(\omega+1)^2} - \frac{1}{1.2.3}\frac{x^3}{(\omega+1)^3} + \ldots,$$

c'est-à-dire à $e^{-\frac{x}{\omega+1}}$. Il en est effectivement ainsi, et la proposition à laquelle on parvient est celle-ci :

» *Quel que soit x, le dénominateur de la réduite (p, q) de e^x, quand p et q croissent indéfiniment de telle sorte que le rapport $\frac{p}{q}$ tende vers une limite ω, tend vers une limite; cette limite est $e^{-\frac{x}{\omega+1}}$; dans tout intervalle, le polynome tend uniformément vers sa limite.*

» La proposition subsiste quand l'un seulement des deux nombres p, q croît indéfiniment.

» Une proposition analogue est relative au numérateur de la réduite; la limite est alors $e^{\frac{\omega x}{\omega+1}}$. On en conclut que :

» *Dans tout intervalle, la réduite (p, q) de e^x, quand l'un au moins des deux nombres p, q croît indéfiniment, le rapport $\frac{p}{q}$ tendant vers une limite ou grandissant indéfiniment, tend uniformément vers e^x.*

» Faisons dans un plan correspondre la réduite (p, q) au point (q, p); alors $\frac{p}{q}$ est le coefficient angulaire de la droite qui va de l'origine au point

représentatif; cette droite, quand $\frac{p}{q}$ tend vers une limite ou grandit indéfiniment, tend vers une position limite. Donc :

» *Si l'on considère une suite infinie de points* (q, p) *telle qu'elle détermine une direction asymptotique, les suites formées par les dénominateurs et les numérateurs des réduites correspondantes convergent uniformément vers des limites* $e^{-\frac{x}{\omega+1}}$, $e^{\frac{\omega x}{\omega+1}}$ *dont le quotient est* e^x.

» Ces résultats généralisent ceux que j'ai obtenus dans un travail antérieur (*Sur la représentation approchée, etc.*, § 71 et suiv.; Gauthier-Villars, 1892). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la chaux et du carbonate de calcium sur certaines matières humiques naturelles.* Note de M. G. **André**.

« J'ai indiqué récemment (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 414) comment l'action de la potasse et celle de l'acide chlorhydrique à 100°, appliquées aux matières humiques naturelles, pouvaient éclairer la constitution de celles-ci, en examinant les produits azotés qui prennent alors naissance. Désireux de me placer dans des conditions plus voisines de celles qui se présentent dans la nature, j'ai poursuivi ces expériences en mettant les mêmes échantillons au contact de la chaux, du carbonate de calcium et même, dans certains cas, de l'eau seule.

» Ces essais ont été effectués en chauffant pendant quinze heures, au bain-marie à 100°, la terre végétale, la terre de bruyère, le terreau, la tourbe, soit avec de la chaux, soit avec du carbonate calcique, soit avec de l'eau. J'ai aussi abandonné le mélange à la température ordinaire, pendant quatre-vingt-deux jours, avec agitation fréquente, conditions où les actions microbiennes sont susceptibles d'intervenir, de même que dans la nature d'ailleurs : l'expérience n'a été faite ici qu'avec la chaux. On a opéré en vase clos, afin d'empêcher la déperdition de l'ammoniaque. A chaud, on a recueilli l'azote volatilisé sous forme d'ammoniaque; on a ensuite filtré le liquide, lavé le précipité insoluble et neutralisé le liquide filtré par de l'acide chlorhydrique. On a dosé l'azote dans ce liquide évaporé à sec, de façon à avoir l'azote non volatil soluble. La matière insoluble n'a pas été examinée. A froid, on a filtré le liquide après le temps de l'expérience (quatre-vingt-deux jours) et examiné seulement la dose d'azote ammoniacal entré en dissolution. A cet effet, on a fait bouillir ce liquide (alcalin par suite de la présence de la chaux en dissolution) et l'on a recueilli AzH^3 dans un acide titré, ce qui représente à la fois l'ammoniaque préexistante et celle qui est susceptible d'être formée facilement aux dépens des amides. La concentration des liqueurs et le poids des réactifs employés sont les mêmes que dans le cas de l'emploi

de la potasse et de l'acide chlorhydrique mis en usage dans ma précédente Communication.

» Voici le Tableau qui donne la proportion, pour cent de l'azote total, de chacune des fractions de l'azote dans les conditions indiquées ci-dessus :

	Terre végétale.				Terre de bruyère.				Terreau.				Tourbe.			
	CaO		CO^3Ca	Eau	CaO		CO^3Ca	Eau	CaO		CO^3Ca	Eau	CaO		CO^3Ca	Eau
	15 heures à 100°.	82 jours à froid.	15 heures à 100°.	15 heures à 100°.	15 heures à 100°.	82 jours à froid.	15 heures à 100°.	15 heures à 100°.	15 heures à 100°.	82 jours à froid.	15 heures à 100°.	15 heures à 100°.	15 heures à 100°.	82 jours à froid.	15 heures à 100°.	15 heures à 100°.
Azote volatilisé à l'état de AzH^3....	10,45	»	0,77	0,65	9,23	»	0,95	0,06	12,10	»	5,33	3,75	10,86	»	2,89	2,38
Azote solubilisé....	19,50	»	6,40	5,61	21,26	»	6,74	»	40,91	»	16,91	17,40	16,56	»	1,82	1,23
AzH^3 dosée dans la liqueur filtrée par ébullition	»	6,59	»	»	»	5,56	»	»	»	6,91	»	»	»	5,73	»	»

» On reconnaît de suite, à l'inspection de ce Tableau, que les doses d'azote ammoniacal volatilisées au contact de la chaux à 100° sont moins considérables que celles qui se sont dégagées sous l'influence de la potasse; elles sont néanmoins très sensibles encore. Au contact de KOH, la tourbe donnait 17,01 pour 100 d'azote au lieu de 10,86 avec la chaux; le terreau 15,96 au lieu de 12,10 avec la chaux; la terre de bruyère 14,53 au lieu de 9,23 avec la chaux; la terre végétale 13,61 au lieu de 10,45 avec la chaux. Le carbonate calcique et l'eau seule elle-même, à 100°, ont produit une dose d'azote volatil non négligeable, dans le cas de la tourbe et du terreau principalement; les écarts fournis par ces deux réactifs ne sont pas très notables. CO^3Ca semble n'avoir pas eu d'action spécifique dans le cas de la terre végétale. Quant à l'azote soluble existant dans le liquide calcique filtré après expérience, il fournit des chiffres assez forts, représentant le cinquième environ du nombre fourni par la potasse dans le cas de la tourbe, la moitié dans le cas du terreau, le quart environ dans le cas de la terre de bruyère et de la terre végétale. C'est le terreau qui, en somme, a été le plus profondément attaqué par la chaux et a donné, soit à 100°, soit à froid, le maximum d'azote soluble.

» Le liquide filtré après l'action à 100° du carbonate calcique et de l'eau seule contient aussi des proportions notables d'azote : c'est encore le terreau qui, à cet égard, a fourni les chiffres les plus considérables ; ceux-ci représentent le cinquième environ de l'azote qu'a donné la potasse. La tourbe, au contraire, dont la matière azotée était si profondément attaquée par la potasse, fournit des chiffres d'azote soluble assez petits.

» L'action à froid de la chaux donne une dose d'azote ammoniacal qui n'est pas négligeable : ici les effets sont comparables, dans une certaine mesure, avec ceux du chaulage; ils montrent que les amides du sol transforment, dans ces conditions, une partie notable de leur azote en azote ammoniacal (5 à 6 pour 100 en 82 jours), et cela quelle que soit la nature de la matière azotée initiale.

» Il faudrait invoquer un autre mécanisme de solubilisation des amides du sol pour expliquer, dans le cas de sols exclusivement acides (tourbe, terre de bruyère), comment cet azote organique passe à l'état d'azote ammoniacal, lequel, sous cette forme, doit servir de nourriture aux nombreux végétaux que portent de pareils sols, ceux-ci ne nitrifiant pas. L'action des agents microbiens semble être alors exclusivement en jeu, la présence de composés minéraux basiques (carbonates terreux) ne pouvant être prise en considération. Il pourrait également se faire que les végétaux des terres acides absorbassent directement, sans qu'ils soient transformés en sels ammoniacaux proprement dits, certains amides du sol : on sait que cette question a été bien souvent soulevée, sans avoir reçu actuellement une solution positive. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la composition de l'œolosomine.* Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« Il y a, dans les cellules d'*œolosoma tenebrarum* (Vejdovsky) [1], un pigment vert, qui possède les propriétés respiratoires.

» Le pigment est soluble dans les acides. La solution filtrée est évaporée à sec. Le résidu est dissous dans l'acide chlorhydrique, et la solution est encore évaporée à sec.

» Le pigment vert du ver est une substance amorphe. Il est vert dans les acides

---

(1) A.-B. Griffiths, *Respiratory Proteids*, p. 87; 1897 (Londres, L. Reeve and Company).

minéraux; il est pourpre dans les alcalis; et il est encore changé en vert dans les acides minéraux.

» Le pigment est soluble aussi dans la térébenthine.

» Les solutions de ce pigment ne donnent pas, au spectroscope, de bandes caractéristiques d'absorption.

» La moyenne de deux analyses de l'æolosomine a donné des résultats qui répondent à la formule brute $C^{420} H^{630} Az^{103} Fe S^2 O^{132}$.

» L'æolosomine existe sous deux états : l'état d'oxyæolosomine (chargée d'oxygène actif) et l'état d'æolosomine réduite ou æolosomine dénuée d'oxygène actif.

» Il est très probable qu'il existe d'autres globulines respiratoires, outre l'hémoglobine, la chlorocruorine, l'hémérythrine, l'échinochrome (¹), et l'æolosomine, contenant du fer dans leurs molécules. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'assimilation chlorophyllienne chez les plantes du littoral* (²). Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les terrains salés, que l'on rencontre soit sur le bord de la mer, soit encore en plein continent où ils constituent le fond d'anciens lacs d'eau saumâtre, présentent on le sait, une flore caractéristique. On y rencontre aussi des espèces dites *ubiquistes*, c'est-à-dire qui, dans le cas dont nous nous occupons, croissent aussi bien sur les sols riches en chlorure de sodium que sur ceux qui en sont dépourvus.

» La plupart de ces plantes ont un aspect tout particulier et que M. Costantin (³), dans une étude sur la flore du littoral, caractérise ainsi : « Le développement des plantes dans les terrains salés détermine un » épaississement des feuilles, des tiges et des fruits, un changement dans la » nuance verte de la plante et, dans quelques cas, une production abon» dante de poils sur tout l'individu. » Ces conclusions ont été vérifiées et précisées depuis par M. Lesage (⁴) qui a comparé anatomiquement un grand

(¹) Voir A.-B. Griffiths, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1277; t. CXV, p. 419, p. 669.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(³) Costantin, *La flore du littoral* (*Journal de Botanique*, 1887, nos 3 et 4).

(⁴) Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (*Thèse de Doctorat*, Paris, 1890).

nombre de plantes des bords de la Manche à des individus de même espèce venus au jardin botanique de Rennes ou croissant spontanément dans l'intérieur des terres. En outre, par des cultures expérimentales, en arrosant des plantes avec des dissolutions assez concentrées de chlorure de sodium, M. Lesage a pu montrer que c'est bien ce sel qui produit les modifications de structure observées, modifications qui peuvent être, d'après ses recherches, résumées de la façon suivante : d'une part, augmentation de l'épaisseur du mésophylle, développement plus parfait du tissu palissadique et réduction des lacunes; d'autre part, formation moins abondante de chlorophylle, ce qui détermine chez les feuilles une coloration vert pâle ou vert jaunâtre caractéristique.

» Au point de vue de la fonction chlorophyllienne, ces deux sortes de modifications sont nettement antagonistes. Si une feuille, en effet, a une épaisseur plus grande, un parenchyme plus riche en tissu palissadique et des lacunes moins développées, il semble qu'elle doive assimiler davantage, et c'est ce que pensait Henri Lecoq ([1]) qui, à propos des feuilles épaisses et charnues des plantes du littoral, disait que le sel « donne à ces » organes une plus grande vitalité et une plus grande puissance de décom- » position pour l'acide carbonique ». Mais, en sens inverse, si les chloroleucites sont moins nombreux, moins gros et surtout moins verts dans chaque cellule, il y a lieu de se demander quelle influence cette diminution de la chlorophylle peut exercer sur l'assimilation, et quelle sera la résultante de ces deux effets opposés.

» Ce sont les recherches entreprises pour répondre à cette double question que je me propose de faire connaître dans cette Note.

» J'ai opéré sur des feuilles de plantes ubiquistes appartenant aux espèces suivantes : *Atriplex hastata, Beta maritima, Lycium barbarum, Plantago major, Tussilago Farfara, Senecio vulgaris, Polygonum aviculare, Medicago Lupulina.*

» Pour que les comparaisons fussent exactes, il me fallait obtenir des échantillons dans le même état physiologique. Les plantes maritimes, que je dois à l'obligeance de M. Costantin, m'étant envoyées de Criquebœuf (Calvados) ne pouvaient évidemment servir aux expériences qu'un certain temps après leur cueillette. Les échantillons de l'intérieur des terres devaient donc être aussi récoltés à l'avance. Pour que la similitude des conditions fût aussi complète que possible, à un jour et à une heure fixés à l'avance, des feuilles d'une même espèce étaient recueillies, d'une part sur le bord de la mer et, d'autre part à Fontainebleau, entourées de mousse humide, puis placées dans une boîte de fer-blanc où elles restaient jusqu'au moment où on les utilisait au laboratoire.

([1]) Henri Lecoq, *Géographie botanique*, t. III, p. 327; 1854.

» Les feuilles étaient alors mises à assimiler dans des éprouvettes aplaties renfermant de l'air contenant de 5 à 10 pour 100 d'acide carbonique. Ces éprouvettes étaient exposées à la lumière diffuse ou à la lumière solaire directe; mais dans ce dernier cas, pour éviter le trop grand échauffement qui aurait pu tuer les feuilles, je recouvrais le tout d'une cloche à double paroi dans laquelle l'eau se renouvelait continuellement; par ce procédé, la température ne s'est jamais élevée au-dessus de 23°.

» Parmi mes expériences, je ne citerai avec détails que la suivante :

» Deux feuilles de *Lycium barbarum* sont placées dans deux éprouvettes contenant de l'air avec 7 pour 100 d'acide carbonique. L'exposition à la lumière solaire directe dure vingt minutes, la température ne dépassant pas 21°. La composition de l'air initial est la suivante :

$$CO^2 = 7,00$$
$$O = 19,05$$
$$Az = 73,95$$

» Celle de l'air final est :

Pour la feuille du bord de la mer (surface de la feuille : 3^{cq}; volume d'air : $4^{cc},5$).	$CO^2 = 6,40$ $O = 19,70$ $Az = 73,90$	Pour la feuille de Fontainebleau (surface de la feuille : 2^{cq}; volume d'air : 5^{cc}).	$CO^2 = 6,00$ $O = 20,10$ $Az = 73,90$

» On déduit facilement de ces analyses et des données ci-dessus que la feuille maritime a dégagé, par centimètre carré, $0^{cc},0097$ d'oxygène et la feuille terrestre $0^{cc},0250$, c'est-à-dire que le pouvoir assimilateur de la première n'est que les $\frac{2}{5}$ environ de celui de la seconde, si l'on rapporte les quantités d'oxygène émises à l'unité de surface, ou que le *rapport d'assimilation* des deux feuilles est de 0,40.

» En examinant ces deux feuilles au microscope, j'ai observé que la première avait un mésophylle à tissu palissadique très serré et dont l'épaisseur était de 283^{μ}; pour la seconde, cette dimension s'abaissait à 170^{μ}, mais les chloroleucites y étaient plus nombreux, plus gros et plus verts. Le plus grand développement du tissu en palissade n'arrive donc pas à compenser l'affaiblissement de la fonction chlorophyllienne, causé par la réduction du pigment vert : la plante marine assimile moins par unité de surface que celle de l'intérieur des terres.

» D'autres expériences, faites avec la même espèce, et dans lesquelles presque tout l'acide carbonique a été décomposé, m'ont fourni comme rapports d'assimilation des nombres voisins de 0,40.

» Pour le *Senecio vulgaris,* j'ai obtenu 0,68, 0,65, 0,70. Avec le *Tussilago Farfara,* ces nombres se sont abaissés à 0,40 et même à 0,35; les différences de coloration et surtout de structure étaient d'ailleurs très frappantes et en tout conformes à celles qu'a observées M. Lesage. Même conclusion pour le *Plantago major*. Tous les résultats trouvés sont des nombres compris entre 0,35 et 0,40.

» Pour le *Beta maritima,* j'ai trouvé des rapports voisins de 0,85; d'ailleurs, les feuilles étaient peu différentes comme épaisseur et comme coloration; celles récoltées à Fontainebleau provenaient de *Beta vulgaris,* mais on sait que cette espèce n'est qu'une variété obtenue par la culture du *Beta maritima*. Toutefois une expérience avec une feuille peu jaunâtre et épaisse m'a fourni le chiffre de 0,50.

» En ce qui concerne le *Polygonum aviculare,* le rapport est environ de 0,60.

» Pour le *Medicago Lupulina,* j'ai trouvé des nombres voisins de 0,90. M. Lesage considère pourtant que cette plante fait exception à la règle en ce qui concerne la structure; c'est ainsi qu'il dit que dans la variété terrestre il a constaté une plus grande épaisseur due au plus grand développement de tous les éléments. Mais, dans les échantillons que j'ai étudiés, il n'en était pas ainsi. Les feuilles provenant des bords de la mer avaient 170^{μ} d'épaisseur; celles de Fontainebleau, 120^{μ} seulement, et chez les premières l'assise en palissade située immédiatement sous l'épiderme avait des chloroleucites moins nombreux et moins verts.

» *Conclusions.* — Les feuilles des plantes maritimes subissent une réduction de la chlorophylle sous l'influence du sel marin, acquièrent par contre une épaisseur plus grande et un développement plus marqué des tissus assimilateurs; mais cette modification de structure qui tend à atténuer le rôle nuisible du chlorure de sodium n'arrive pas à compenser l'action que produit le sel. L'assimilation, rapportée à l'unité de surface, reste, en effet, toujours moindre pour les feuilles d'une espèce maritime que pour les feuilles comparables de la même espèce croissant dans l'intérieur des terres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation d'une aurore boréale à Göttingen (Hanovre), le* 9 *septembre* 1898. Note de M. **B. Violle**, présentée par M. Faye.

« A Göttingen (Hanovre) où je me trouve actuellement, j'ai eu l'occasion d'observer, vendredi 9 septembre, à 9^{h} du soir, une grande lueur blanchâtre dans la direction nord du ciel. Quelques minutes après, se dessinait un arc de cercle de 110° à 120°, dont le sommet atteignait une hauteur de 6° à 7° au-dessus de l'horizon, avec un azimut d'environ N14°O; la largeur de la bande lumineuse était de 6° à 8° avec des contours irréguliers; au-dessous de l'arc, un segment sombre. Vers $9^{h}15^{m}$, quelques rayons s'élevèrent du bord supérieur de l'arc, suivis bientôt d'autres qui prirent une grande intensité; quelques-uns s'élevaient presque jusqu'au zénith (70°). A $9^{h}40^{m}$, principalement dans la direction nord-nord-est, les rayons blancs furent remplacés par des rayons *rouges,* qui présentaient des bords moins nets que les précédents et ne s'élevaient qu'à une quarantaine de degrés au-dessus de l'horizon. Les rayons blancs ne semblaient pas immobiles, mais se déplacer de l'ouest à l'est. Vers 10^{h}, l'aurore boréale pâlissait, surtout dans la direction ouest; à $10^{h}45^{m}$, tout rayon avait disparu; mais on pouvait cependant toujours nettement reconnaître le segment obscur au-dessous de l'arc. A 11^{h}, on voyait une vive lueur dans la direction nord-est et, à $12^{h}30^{m}$, le phénomène était fini.

» (Le temps est compté en heure moyenne de Göttingen : 0°39′46″,5, longitude est de Greenwich; 51°31′47″,9, latitude nord.)

» Le phénomène se présente très rarement ici avec cette splendeur,

surtout à cette époque de l'année. C'est pourquoi je me permets de le signaler à l'Académie, comme un fait intéressant la Physique du globe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une observation du* rayon vert, *au moment du lever du Soleil.* Extrait d'une Lettre de M. **H. de Maubeuge** à M. le Président.

« En mer (golfe de Suez), le 19 septembre 1898.

» J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie l'observation suivante :

» Vers 6^h du matin, le Soleil s'est levé derrière le massif du Sinaï, en lançant à la première seconde de son apparition un rayon lumineux d'un *vert* émeraude, absolument pur et net.

» Le phénomène a été observé, sur le paquebot *Ernest-Simons,* de la Compagnie des Messageries maritimes, par une douzaine de personnes, dont la plupart ignoraient qu'il pût se produire rien de semblable, et avaient simplement les yeux fixés sur le Sinaï. J'en ai été témoin moi-même.

» Le sommet des montagnes était à environ 10° au-dessus de l'horizon. L'atmosphère (sèche) était d'une très grande pureté.

» On peut, je crois, conclure de ces circonstances : 1° que le phénomène du *rayon vert* est absolument objectif; 2° que l'horizon de la mer n'est pour rien dans cette coloration verte; 3° qu'il n'entre aucune suggestion dans cette observation, puisqu'elle a été faite simultanément et instantanément par des personnes non prévenues.

» J'avais déjà eu l'honneur de signaler la production du même phénomène dans des conditions très semblables, alors que je commandais le paquebot *Calédonien :* je l'avais communiqué à la Société pour l'avancement des Sciences. Je l'attribuais à la combinaison de la couleur bleuâtre de l'air, vu sous une grande épaisseur, avec les projections jaunâtres ou rosées des volcans gazeux qui émergent de la photosphère solaire.

» Cette interprétation s'accorderait assez bien avec ce fait, que le *rayon vert* ne se voit pas *toujours,* même dans les meilleures conditions de pureté d'atmosphère. En effet, les éruptions gazeuses du Soleil ne sont pas constantes; dans l'hypothèse dont il s'agit, il faudrait, pour qu'il y eût *rayon vert,* qu'une éruption coïncidât avec le lever du Soleil, exactement au point où le disque solaire émerge de l'horizon qui le masquait. »

M. **Al.-B. Mac Dowall** adresse une Note relative aux lois des pressions barométriques.

M. **R. Chudeau** adresse une Note relative au poids maximum imposé à chaque type animal, soit par la pesanteur, soit par les diverses fonctions de nutrition.

M. **P. Apérie** adresse une Note « Sur une nouvelle méthode thérapeutique, fondée sur l'emploi de la lumière solaire ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 septembre 1898.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. Tome III. N° 2. Août 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

L'Intermédiaire des Biologistes, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie. Directeur : Alfred Binet; Directeur adjoint : Victor Henri. 5 septembre 1898. N° 21. Paris, Schleicher frères; in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel; E. Valin, Secrétaire annuel. N° 36. Séance du 6 septembre 1898. Paris, G. Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et *Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe.* Septembre 1898. Paris, impr. Ch. Bivort; 1 fasc. in-8°.

Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses (Préalpes du Chablais et du Stockhorn et les Klippes); par le Dr H. Schardt, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Neuchâtel. Lausanne, Corbaz, 1898; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. *Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique.* Directeur : JOSEPH VINOT. Troisième série. Octobre 1898. 1 fasc. in-4°.

L'Électrochimie, Revue mensuelle des Sciences et de l'Industrie. *L'aluminium et ses alliages.* Directeur : ADOLPHE MINET, Ingénieur-conseil. N° 8. Août 1898. Paris, H. Richard; 1 fasc. grand in-8°.

Memorie di Matematica e di Fisica della Società italiana delle Scienze. Serie terza. Tomo XI. Roma, 1898; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 SEPTEMBRE 1898.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. SCHUTZENBERGER. N° 11. 10 septembre 1898. 2e année. Tours, Deslys frères; 1 fasc. in-8°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Tome CXXXVIII. Juillet 1898. Paris, impr. L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. BOULE et VERNEAU. 1898. Tome IX. N° 4. Juillet-août. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, E. VALLIN, Secrétaire annuel. N° 37. Séance du 13 septembre 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : LOUIS OLIVIER, Docteur ès Sciences. 9e année. N° 17. 15 septembre 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-4°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'étranger. Dix-septième année. N° 3. Paris, Imprimerie nationale, Juillet-août 1898; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Tome XV. Juillet 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 SEPTEMBRE 1898.

Annales agronomiques, publiées, sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 9. 25 septembre 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur, fondées sous le patronage de M. Pasteur et publiées par M. E. DUCLAUX, Membre de l'Institut de France, Professeur

à la Sorbonne, Directeur de l'Institut Pasteur. Tome XII. N° 9. 25 septembre 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 septembre 1898. N° 117. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de A. Mosso, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXIX, fasc. III. Turin, Hermann Loescher, 1898; 1 vol. in-8°.

Notice sur le quarrimètre, appareil enregistreur pour la mesure des quarres du pin maritime, par J. DEMORLAINE, garde général des Eaux et Forêts. Compiègne, H. Lefebvre, 1898; 1 broch. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1898. Juin-juillet. Cracovie, 1898; 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 22 août 1898.)

Note de M. *Léo Vignon,* Dosage du tannin :

Page 370, lignes 20 et 21, *au lieu de* galle de chêne, *lisez* galle de Chine.
Page 371, ligne 19, *au lieu de* galle de chêne, *lisez* galle de Chine.
Même page, ligne 20, *au lieu de* 25^{cc} (A) sont étendus à 250^{cc} (B), *lisez* 50^{cc} (A).
Même page, ligne 22, *au lieu de* 100^{cc} d'acide sulfurique, *lisez* 10^{cc}.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 OCTOBRE 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Analyse de quelques échantillons industriels de carbure de calcium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Depuis nos premières publications sur la formation du carbure de calcium cristallisé au moyen du four électrique, cette préparation est devenue industrielle et ce composé est obtenu aujourd'hui en grande quantité.

» Bien que la question parût très simple de prime abord, la préparation de tonnes de carbure a présenté certaines difficultés. Les soins à apporter à la préparation des mélanges, la nature de la chaux et du charbon, la coulée des fours, la conduite de très grosses électrodes que traversaient des courants intenses, ont été autant de questions qui ont dû être étudiées successivement et qui, aujourd'hui, sont en grande partie résolues. Le départ et l'utilisation des gaz incandescents, qui se produisent en abon-

dance dans cette préparation, présentent encore quelques difficultés, mais ce problème, d'après les dernières recherches industrielles, semble entrer dans une très bonne voie.

» Au début de cette industrie, le choix des corps qui entrent en réaction, oxyde de calcium et charbon, laissait beaucoup à désirer. Les premiers industriels qui se sont mis à fabriquer ce carbure de calcium ont pris, comme variété de carbone, des cokes renfermant une grande quantité de matières minérales, riches en soufre et en phosphore. La chaux employée était quelconque, c'est-à-dire presque toujours souillée de silicate d'aluminium, de phosphates et de sulfates. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner qu'un semblable mélange, broyé, puis chauffé au four électrique, ait fourni un carbure de calcium très impur. Ce carbure renfermait du phosphure de calcium, du sulfure d'aluminium, des siliciures, voire même des siliciures décomposables par l'eau. Au contact d'une petite quantité d'eau ce composé produisait aussitôt de l'acétylène très impur souillé d'hydrogène phosphoré et d'hydrogène sulfuré.

» Pour augmenter leurs bénéfices ou par ignorance, ces industriels ont donc, dès le début, produit du carbure de calcium et par suite du gaz acétylène très impur. Cette mauvaise préparation a été la cause des premières difficultés que l'on a rencontrées dans l'application de l'acétylène à l'éclairage. On a compris bientôt qu'il fallait partir de chaux pure et de charbon aussi exempt que possible de matières minérales.

» Aujourd'hui, cette fabrication se fait, le plus souvent, dans de meilleures conditions. On rencontre dans le commerce des carbures de calcium bien fondus, homogènes, à cassure nettement cristalline et à reflets mordorés bien caractéristiques. C'est toujours à ce carbure que le fabricant de gaz acétylène doit donner la préférence. Malgré l'aspect assez particulier du carbure de calcium, il est bon cependant d'en faire l'analyse. Plusieurs méthodes ont été déjà indiquées et celle de MM. Lunge et Cedercreutz [1], dans laquelle ils font tomber un poids déterminé de carbure de calcium dans un excès d'eau, me paraît donner de bons résultats. La grosse difficulté consiste particulièrement à avoir un échantillon homogène quand il s'agit d'un lot de quelque valeur. La dureté du carbure de calcium rend l'échantillonnage très difficile.

» Théoriquement, 1^{kg} de carbure de calcium devrait fournir 349^{lit} de gaz acétylène. En opérant la décomposition de quelques échantillons de

(1) Lunge et Cedercreutz, *Zeitschrift für angewandte Chemie*, p. 651; 1897.

carbure de calcium par un lait de chaux, saturé au préalable de gaz acétylène, nous avons obtenu (ramenés à 0° et à 760mm), les volumes suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
$V_0 =$	292,81	294,10	301,30	304,61	307,72	316,41	318,77

» Si au contraire le carbure de calcium n'a pas un aspect fondu et cristallisé, s'il est poreux et grisâtre, sa teneur est toujours beaucoup plus faible; il nous a donné dans ce cas les chiffres 228,60; 250,40; 260,30.

» Nous ne nous arrêterons pas à l'étude des impuretés du gaz acétylène. Cette question a déjà été très étudiée [1]. Nous nous contenterons seulement de faire remarquer que quelques échantillons renferment des doses d'ammoniaque assez fortes. M. Chuard [2] avait mentionné ce fait et trouvé les chiffres suivants : ammoniaque dans le gaz, pour 100, 0,03 à 0,06; azote dans le résidu, 0,24 à 0,40.

» Dans quatre expériences faites sur quatre échantillons différents, nous avons trouvé les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.
Azote total..........	0,02	0,12	0,15	0,31

» Plusieurs de ces carbures donnaient une petite quantité d'hydrogène phosphoré; quelques-uns en étaient exempts. Mais l'étude du résidu insoluble que laisse le carbure de calcium, par sa décomposition dans l'eau, a plus particulièrement fixé notre attention.

» Pour étudier plus facilement ce résidu insoluble, nous avons décomposé le carbure de calcium par une solution d'eau sucrée de façon à maintenir la chaux en solution sous forme de sucrate de chaux.

» Le résidu, assez faible (nous opérions sur 10gr de carbure), était jeté sur un filtre lavé à l'eau sucrée, puis à l'eau pure, ces deux liquides bien exempts d'acide carbonique. On traitait ensuite par l'alcool et, finalement, par l'éther. Il suffisait enfin de dessécher à 40° dans le vide.

» Examiné au microscope, ce résidu renferme surtout du siliciure de

---

(1) C. Wilgerodt, *Berichte*, p. 2107, 1895. — De Brevans, *L'éclairage à l'acétylène* (2e *Congrès international de Chimie appliquée*, t. III, p. 506). — E. Hubou, *Applications de l'acétylène* (*ibid*, p. 516). — Giraud, *Analyse de l'acétylène obtenu par le carbure de calcium* (*ibid*, p. 574). — Bergé et Reychler, *Bulletin de la Société chimique*, t. XVII, p. 218.

(2) Chuard, *Sur les produits de décomposition du carbure de calcium par l'eau* (*Bull. Soc. chim.*, Paris, t. XVII, p. 678; 1897).

carbone, du siliciure de calcium et de fer, des parcelles blanches riches en chaux, parfois un peu de sulfure de calcium et du graphite.

» Si l'on reprend ce résidu par l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$, il perd une petite quantité de son poids, et l'on trouve, en solution, du fer, de la chaux, une petite quantité d'alumine et du phosphore. Le siliciure de carbone et le graphite restent toujours inattaqués. Le sulfure de calcium a disparu.

» Enfin, si l'on reprend par de l'acide chlorhydrique concentré, de la chaux, du fer et de la silice entrent encore en solution. Il n'y a pas de relation entre le chiffre des matières insolubles et la richesse en acétylène.

» Ces différents traitements, exécutés sur les mêmes échantillons, nous ont donné les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.
Traitement par l'eau sucrée........	3,40	5,3	3,2	3,9	3,4
» par HCl au $\frac{1}{10}$.........	2,10	1,9	1,5	2,4	1,4
» par HCl concentré......	1,70	1,7	1,4	2,2	1,1

» En suivant cette attaque et en comparant les résidus au moyen du microscope, nous avons pu reconnaître sous quelle forme se trouvaient la plupart des impuretés.

» *Silicium.* — Le silicium se rencontre surtout à l'état de siliciure de carbone. Ce composé est facilement reconnaissable au microscope et ses cristaux hexagonaux, colorés en vert ou en bleu, sont tout à fait caractéristiques. Il peut facilement, à cause de sa grande densité (3,12) et de sa stabilité, être séparé des autres substances. Si, en effet, on traite le résidu du carbure de calcium par des attaques alternées à l'acide sulfurique bouillant puis à l'acide fluorhydrique, il ne reste finalement que le siliciure de carbone et le graphite. Par le bromoforme, de densité 2,9, il est facile de séparer ces deux corps.

» Le silicium se rencontre parfois à l'état de siliciure de calcium, comme M. Le Chatelier l'a indiqué ([1]). On peut trouver, dans ce mélange, de petites sphères à cassures métalliques contenant du fer, du carbone et du silicium. Enfin, l'on y trouve aussi des cristaux de silice, empilés, décrits par Marsden ([2]).

» Nous n'avons jamais rencontré, pour notre part, du carbure de cal-

---

([1]) Le Chatelier, *Sur les impuretés du carbure de calcium commercial* (*Bull. Soc. chim. Paris*, t. XVII, p. 793; 1897).

([2]) Marsden, *Proceedings of the Royal Society*, p. 20. Edinburgh; 1880-1881.

cium prenant feu en présence de l'air, sous l'action d'une petite quantité d'eau, par suite de l'inflammation de l'hydrogène silicié. Par contre, il nous est arrivé souvent, dans le traitement des résidus par l'acide chlorhydrique concentré, d'obtenir un dégagement d'hydrogène silicié. Ce gaz était fourni par la décomposition du siliciure de calcium.

» *Soufre*. — Dans les échantillons que nous avons étudiés, le soufre se trouvait à l'état de sulfure de calcium ou de sulfure d'aluminium. Nous avons pu déceler la présence du sulfure de calcium dans certains résidus qui restent après attaque par l'eau sucrée, en faisant arriver, sous une préparation microscopique, une solution étendue d'acétate de plomb acidifiée par quelques gouttes d'acide acétique. Les parcelles blanches du sulfure de calcium deviennent complètement noires. Il ne se produit pas d'hydrogène sulfuré par l'action de l'eau, en présence de la chaux hydratée, sur ce sulfure de calcium.

» Pour le démontrer, nous avons pris une petite quantité de sulfure de calcium pur et cristallisé, préparé au four électrique, que nous avons réduit en poudre et que nous avons agité avec un grand excès de lait de chaux. Le liquide filtré ne donne pas de précipité noir avec un sel de plomb; il ne contient donc pas de sulfure. Au contraire, nous ferons remarquer que tous les carbures que nous avons étudiés fournissent, en présence d'un excès d'eau, un lait de chaux dont la solution limpide produit avec les sels de plomb un précipité noir renfermant du soufre et des traces de phosphore. Cela tient à la formation des produits de décomposition du sulfure de calcium en présence de l'hydrate de chaux. Ce lait de chaux sous l'action du vide ne dégage pas d'hydrogène sulfuré.

» Du reste, on ne rencontre pas d'hydrogène sulfuré dans le gaz acétylène, lorsque le carbure est décomposé en présence d'un excès d'eau. Le lait de chaux qui se produit tend toujours à retenir l'hydrogène sulfuré.

» Dans la préparation du carbure de calcium, les sulfates que la chaux renferme sont réduits, et il se forme du sulfure de calcium, indécomposable par l'eau. Au contraire, si la chaux contient du silicate d'alumine, le silicium donne avec le carbone du siliciure de carbone, et, s'il existe du soufre sous forme de sulfate ou de sulfure, il peut se produire un sulfure d'aluminium décomposable par l'eau froide avec formation d'hydrogène sulfuré. M. Mourlot [1], en chauffant au four électrique de la stibine et de

---

[1] MOURLOT, *Sur l'action d'une haute température sur quelques sulfures* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 55; 1896).

l'aluminium, a obtenu, en effet, un sulfure d'aluminium bien fondu, à cassure cristalline et parfaitement stable à cette haute température. Le carbure de calcium, préparé dans ces conditions, peut donc renfermer du sulfure d'aluminium et donner, au contact de l'eau froide, un dégagement d'hydrogène sulfuré. Le soufre ne doit pas se rencontrer à l'état de sulfure de silicium. Nous en donnerons, pour raison, l'expérience suivante : lorsque l'on chauffe, dans une nacelle, de l'aluminium impur renfermant du silicium, au milieu d'un courant d'hydrogène sulfuré au rouge, on obtient, dans la nacelle, le sulfure d'aluminium fondu et, dans la partie froide du tube, un anneau de sulfure de silicium. Ce dernier est donc très volatil et ne saurait se trouver dans le carbure de calcium préparé au four électrique.

» Lorsqu'un carbure de calcium renferme une certaine quantité de sulfure de calcium, il fournit, par sa décomposition par l'eau, des traces d'un composé organique contenant du soufre et différent de l'hydrogène sulfuré. Nous nous en sommes rendu compte de la façon suivante : le gaz acétylène, produit par la décomposition du carbure en présence d'un excès d'eau, passait dans deux tubes de Liebig renfermant une solution d'azotate de cuivre ou bien de potasse, ou bien encore d'azotate de plomb. Il était ensuite brûlé et les gaz de la combustion, appelés par un aspirateur, barbotaient dans une petite quantité d'eau distillée, maintenue à 0°. Dans les trois cas, il se formait, par le fait même de la combustion, une petite quantité d'acide sulfurique qu'il était ensuite facile de déceler. Les tubes de Liebig avaient retenu toute trace d'hydrogène sulfuré et laissaient passer cependant un composé sulfuré (1). Une expérience à blanc avait été faite, dans les mêmes conditions, avec l'air du laboratoire et n'avait donné aucun résultat. La réaction la plus nette a été produite après lavage de l'acétylène par une solution alcaline.

» Dans cette expérience le premier tube de Liebig renfermant le nitrate de cuivre ou le sel de plomb noircissait sous l'action de l'hydrogène phosphoré mais ne contenait, après l'expérience, que des traces de soufre. Souvent même il n'en renfermait pas. Ce dernier gaz était donc absolument privé d'hydrogène sulfuré.

---

(1) MM. Lunge et Cedercreutz sont arrivés au même résultat en lavant le gaz acétylène dans une solution d'acétate de plomb et en l'oxydant ensuite par une solution d'hypochlorite de sodium. Dans ces conditions ils ont obtenu un précipité par le chlorure de baryum.

» Le dosage du soufre total dans le carbure de calcium fait sur trois échantillons nous a donné : S pour 100 : 0,37 ; 0,43 et 0,74 ([1]).

» *Fer.* — Le fer se trouve à l'état de siliciure et de carbo-siliciure. Sa teneur est très variable et dépend surtout de la pureté du carbone employé ([2]).

» *Phosphore.* — Ce métalloïde est l'impureté la plus gênante du carbure de calcium. La majeure partie se trouve à l'état de phosphure de calcium décomposable par l'eau ; cependant on en trouve encore dans les petites sphères à aspect métallique contenant du fer et du silicium.

» *Carbone.* — Certains échantillons de carbure de calcium renferment une certaine quantité de graphite. Le graphite que nous avons obtenu était en lamelles très minces, parfois hexagonales, le plus souvent contournées et irrégulières. Ce graphite est non foisonnant ; il retient avec énergie de la silice et du calcium.

» Enfin, comme on avait annoncé l'existence du diamant dans le carbure de calcium industriel, nous avons fait une recherche spéciale de cette variété de carbone. Après attaque par l'eau, puis par l'acide chlorhydrique concentré, le résidu obtenu a été soumis au traitement que nous avons indiqué antérieurement pour la séparation du diamant en présence de toutes espèces d'impuretés. Dans ces conditions, nous avons isolé quelques parcelles transparentes de forme arrondie, sans aucune apparence cristalline, dont aucune n'était combustible dans l'oxygène. Nous avons employé pour faire cette combustion la nacelle de platine décrite dans notre Mémoire sur la reproduction du diamant ([3]).

» Aucun des échantillons de carbure de calcium que nous avons étudiés ne renfermait de diamant. »

([1]) Cette analyse a été faite de la façon suivante : quelques grammes de carbure sont éteints avec une petite quantité d'une lessive alcaline ; on évapore à sec, on décompose par un mélange de carbonate et d'azotate alcalin, on reprend par l'eau et, après filtration, le liquide est acidulé par l'acide chlorhydrique. Après traitement par l'ammoniaque et après filtration, on dose le soufre. M. Pope a donné précédemment sur ce sujet une méthode différente : F.-J. Pope, *Estimation du soufre dans le carbure de calcium* (*Journal american chem. Soc.*, t. XVIII, p. 740).

([2]) On rencontre dans certains carbures des masses arrondies ferrugineuses, d'apparence métallique, de plusieurs centimètres cubes, qui proviennent le plus souvent de la fusion des mâchoires qui serrent les électrodes. Nous n'avons pas étudié ces lingots.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. VIII, p. 466 et *Le four électrique,* p. 174.

PHYSIOLOGIE. — *Augmentation du poids du corps et transformation de la graisse en glycogène*. Note de M. **Ch. Bouchard.**

« Au cours d'observations que je poursuis, depuis trois ans, sur les variations du poids du corps dans des périodes de temps où l'économie n'a reçu d'autres *ingesta* que les gaz atmosphériques et où elle n'a rendu d'autres *excreta* que les matières de la perspiration cutanée et de l'exhalation pulmonaire, les autres *excreta* étant retenus dans la vessie et dans l'intestin, il m'est arrivé de constater, contrairement à la règle, des augmentations de poids. Les deux premières fois, je crus avoir été victime d'une erreur; une troisième fois, j'étais certain du résultat observé. Depuis cette époque, j'ai renouvelé mes recherches à l'aide d'un instrument beaucoup plus sensible, la bascule enregistrante de Rédier, et, deux fois, je vis s'inscrire l'augmentation du poids du corps de l'homme placé sur le plateau. Au cours de cet été, j'ai constaté encore trois fois une augmentation de poids, qui a été de 10^{gr}, 20^{gr}, 40^{gr} en une heure chez un homme pesant 86^{kg}. Jamais l'augmentation de poids n'a duré plus d'une heure.

» Quand, au lieu de peser l'homme à l'air libre, on le place dans un espace clos, où l'on fait pénétrer un air privé de vapeur d'eau et où ce même air, à sa sortie, est dépouillé par l'acide sulfurique de l'eau qu'il a puisée dans le corps de l'individu, où il est dépouillé par la potasse de l'acide carbonique que le corps lui a livré, l'ensemble du système : homme, tubes à acide sulfurique et tubes à potasse, dénote toujours une augmentation de poids. Cette augmentation représente exactement le poids de l'oxygène consommé.

» Mais l'homme lui-même a perdu de son poids. Cette diminution est la règle, on voit que cette règle a ses exceptions.

» Quand l'homme est à l'air libre sur le plateau d'une balance, il perd constamment par la peau et par les poumons de l'eau et de l'acide carbonique. Si, cependant, son poids augmente, ce ne peut être que parce qu'il reçoit, pendant ce temps, par la respiration, de la matière qu'il fixe dans son corps et dont la masse compense ses pertes et au delà.

» Quelle est la matière qui, puisée dans l'air et fixée dans le corps, peut produire un tel résultat? La vapeur d'eau, l'acide carbonique, l'azote, l'oxygène? Je ne parle pas des nouveaux gaz.

» L'eau de l'air atmosphérique ne peut pas se fixer dans le corps. En

effet, l'air entre rarement saturé d'eau; il entre presque constamment à une température inférieure à celle du corps; il sort toujours à la température du corps et toujours saturé. Il enlève donc nécessairement de l'eau au corps et ne peut jamais lui en livrer.

» L'acide carbonique de l'air ne peut pas être invoqué pour expliquer, je ne sais par quel procédé, une augmentation de poids qui peut être de 40^{gr} en une heure, l'air qui traverse les poumons pendant ce temps ne pouvant y introduire que 25^{cgr} de CO^2 environ.

» De même que l'acide carbonique, nécessaire à la croissance des plantes, ne saurait expliquer l'augmentation de poids des animaux, de même l'azote que fixent certains microbes ne sera pas invoqué pour expliquer les faits que je signale. Cela supposerait la fixation de plus de 11 pour 100 de l'azote inspiré. Je n'ai pas fait la vérification expérimentale, mais je ne m'arrête pas à cette hypothèse.

» C'est donc l'oxygène seul qui en se fixant dans le corps peut nous expliquer l'augmentation du poids.

» Par quel procédé?

» Ce n'est pas par dissolution, $0^{gr},12$ d'oxygène suffiraient pour saturer le corps tout entier.

» Ce n'est pas par combinaison avec l'hémoglobine. Si toute l'hémoglobine du corps était réduite, il suffirait de 2^{gr} d'oxygène pour la faire passer à l'état d'oxyhémoglobine.

» Ce ne peut donc être que par quelqu'une de ces oxydations complètes ou incomplètes qui interviennent au cours des métamorphoses destructives que subissent, dans l'économie, les albumines, ou les hydrates de carbone, ou les graisses.

» La destruction de l'albumine se fait par hydratation sans oxydation; elle ne peut donc pas être mise en cause. Les oxydations n'interviennent que dans la phase ultime de la destruction, quand se brûle le sucre fourni par le glycogène dérivé de cette albumine. Nous allons le retrouver dans un instant.

» Je dois dire pourtant que dans la formule de la destruction de l'albumine telle que l'a donnée A. Gautier, une molécule d'albumine livre six atomes d'hydrogène dont l'oxydation peut fixer dans le corps, à l'état d'eau, trois molécules d'oxygène : car si l'acide carbonique à peine formé s'élimine, l'eau formée dans le corps y peut séjourner. L'hydratation de l'albumine entraîne donc une oxydation immédiate qui produit une variation de poids positive. Cette variation pour 1 d'albumine détruite

est + 0,03. Comme la quantité d'albumine qui se détruit en une heure dépasse rarement 4^{gr} ou 5^{gr}, la première phase de l'élaboration de l'albumine ne pourrait augmenter le poids du corps que de $0^{gr},12$ ou $0^{gr},15$. D'autres oxydations tout aussi peu importantes peuvent se produire dans le genre de celle qui fait passer une petite portion de l'acide urique à l'état d'urée. On n'y trouvera pas l'explication d'augmentation de poids de 40^{gr} en une heure.

» L'élaboration du sucre peut encore moins rendre compte de ces augmentations. 1^{gr} de glycose, pour se brûler dans le corps, prend à l'air $1^{gr},067$ d'oxygène; mais cet oxygène quitte immédiatement l'économie à l'état de CO^2. La variation de poids est négative, elle résulte de l'élimination du carbone; pour 1 de glycose brûlée elle est — 0,4.

» Mais le sucre peut subir une autre métamorphose, il peut se transformer en graisse. La formule que Hanriot a donné de cette opération, qui s'accomplit sans intervention de l'oxygène de l'air, montre que le résultat est encore une diminution : la variation de poids pour 1 de glycose transformée en graisse est — 0, 432.

» L'hydratation de l'albumine ne donne donc qu'une augmentation de poids insignifiante, 0,03 pour 1 d'albumine hydratée. Les métamorphoses de la glycose donnent toutes des diminutions de poids. Voyons ce que va produire l'élaboration de la graisse.

» Si je prends la graisse mixte, l'oléo-stéaro-margarine, qui a pour formule $C^{55}H^{104}O^6$, son oxydation complète à l'aide de 156 molécules d'oxygène donne 55 molécules de CO^2 qui vont s'éliminer et 52 molécules d'eau qui vont rester en fixant dans le corps 46 molécules d'oxygène. C'est pour 55 atomes de carbone éliminés, 46 molécules d'oxygène fixées; en poids 660 de carbone perdus, 736 d'oxygène gagnés, pour une molécule de graisse qui pèse 860. C'est une augmentation de poids, mais une augmentation minime. Pour 1 de graisse brûlée, la variation de poids est +0, 088. Les augmentations de poids constatées supposeraient la combustion de plus de 1^{kg} de graisse en une heure.

» Il est une dernière métamorphose de la matière dont la réalité est contestée par presque tous les chimistes et par la majorité des physiologistes. J'ai longtemps hésité à l'admettre, il me semble aujourd'hui qu'elle s'impose parce qu'elle explique les augmentations de poids qui nous occupent et parce que seule elle peut les expliquer.

» Bernard avait admis que la glycérine peut être génératrice de glycogène; Seegen a pensé que le sucre peut dériver de la graisse; Chauveau a

multiplié les raisons qui tendraient à faire admettre cette transformation dont il a donné la formule hypothétique.

» J'introduis seulement dans la théorie et dans la formule de Chauveau une légère modification. J'admets que la graisse se transforme non en sucre, mais en glycogène. D'ailleurs, si du sucre s'est formé primitivement, ce sucre peut secondairement se transformer en glycogène. Si, comme je vais essayer de le prouver, les augmentations de poids qui nous occupent peuvent être produites par une oxydation incomplète de la graisse, le produit fixe de cette oxydation ne peut pas être du sucre, attendu que, ou bien ce sucre se brûlerait ou se transformerait, ce qui amènerait une diminution de poids; ou bien ce sucre s'accumulerait, ce qui produirait une glycosurie que j'ai cherchée et qui n'existait pas. J'admets que le produit direct ou indirect de cette oxydation incomplète est le glycogène, substance qui peut s'accumuler, qui peut se fixer dans beaucoup de tissus et de cellules, jusque dans les leucocytes; qui se trouve en notable proportion dans le tissu le plus abondant de l'économie, dans les muscles; qui peut se trouver en très forte proportion dans l'organe le plus volumineux, dans le foie. Je modifie de la façon suivante la formule de Chauveau :

$$\underbrace{(C^{55}H^{104}O^{6})}_{\text{graisse.}} + 60\,O = 12\,(H^{2}O) + 7\,(CO^{2}) + 8\,\underbrace{(C^{6}H^{10}O^{5})}_{\text{glycogène.}},$$

ce qui en poids s'exprimerait ainsi :

» 860 de graisse avec 960 d'oxygène donnent 216 d'eau, 308 d'acide carbonique et 1296 de glycogène. Le glycogène et l'eau restent, l'acide carbonique s'élimine, l'augmentation de poids est considérable. Pour 1 de graisse oxydée incomplètement, la variation du poids est $+0,758$.

» Si un homme ne subissait pas d'autre perte que celle de l'acide carbonique produit par cette opération et si son poids augmentait de 40^{gr} en une heure, l'oxydation incomplète de $52^{gr},76$ de graisse suffirait pour expliquer cette augmentation, qui s'accompagnerait d'une production de $79^{gr},5$ de glycogène.

» Ceci est la théorie. J'ai cherché à la juger par l'expérience.

» L'étude des variations du poids chez divers animaux m'avait toujours fait constater des diminutions. J'ai pensé que si, par le jeûne, on provoquait un grand besoin de formation de glycogène, que si l'on rompait ce jeûne par l'ingestion d'une grande quantité de graisse, que si l'on réduisait au minimum le besoin d'oxydation ou de destruction du sucre et, par conséquent, de transformation de glycogène, on aurait le plus de chances de

former et de conserver du glycogène dérivé de la graisse et de constater enfin des augmentations de poids.

» *Expérience I.* — J'ai échoué chez le lapin. Un lapin roux pesant 3420^{gr} est privé d'aliments pendant trois jours, mais a de l'eau à sa disposition. Le 31 août, à 10^h du matin, on lui fait ingérer 30^{gr} d'huile d'olive. A 10^{h}20^m, après évacuation, son poids est 3163^{gr}. L'animal ne reçoit ni aliments ni eau et n'élimine ni urines ni matières fécales jusqu'à 7^{h}15^m du soir. Je constate les modifications suivantes du poids du corps :

h m 10.20 matin	gr 3163
10.40 »	3162
11 »	3161
11.10 »	3160
11.20 »	3159
1.50 soir	3145
2.33 »	3141
7.15 »	3120

» La diminution de poids a été constante, de 1^{gr},525 en moyenne par heure et par kilogramme. Le lendemain, les évacuations démontraient que l'huile n'avait pas été complètement absorbée ni digérée.

» *Expérience II.* — Une souris grise, en inanition depuis la veille, est placée dans une boîte de fer blanc sur le plateau d'une balance de précision, le 7 septembre 1898 à 10^{h}13^m du matin; son poids est 15^{gr},744. De temps à autre on équilibre. Le Tableau suivant donne les variations du poids :

		Variation de poids.	
7 septembre :	h m 10.13 matin	gr 0	
	11.38 »	—0,036	
	1.41 soir	—0,107	
	2.47 »	—0,189	On introduit 0^{gr},476 de graisse.
	4. 7 »	—0,265	
	10.15 »	—0,669	
8 septembre :	7.55 matin	—0,626	La graisse est mangée.
	8.42 »	—0,664	
	10.50 »	—0,706	

» Il y a eu constamment diminution graduelle, sauf entre 10^{h}15^m du soir et 7^{h}55^m du matin. Pendant ce temps, il y a eu augmentation de 0^{gr},053. Dans la période qui a précédé cette augmentation, la perte moyenne, par heure, en rapportant au kilogramme, était 4^{gr},284; pendant la période qui a suivi l'augmentation, la perte par heure et par kilogramme était 3^{gr},078. Pendant la période intermédiaire, il y a eu, en moyenne, *augmentation* de 0^{gr},396 par heure et par kilogramme.

» *Expérience III.* — Un chien privé d'aliments solides depuis deux jours reçoit, le 17 septembre 1898 à 11^h du matin, 205^{gr} de graisse de bœuf. Son poids est 10^{kg},770.

Il est placé dans une cage, sur la bascule enregistrante de Rédier; le style se déplace vers la gauche, ce qui indique une diminution de poids, jusqu'à $4^h 55^m$ du soir.

» A partir de ce moment, il se dirige vers la droite jusqu'à $6^h 30^m$. Le déplacement se fait alors de nouveau vers la gauche indiquant une perte de poids. Pendant les quatre-vingt-quinze minutes de $4^h 55^m$ à $6^h 30^m$ le déplacement mesuré sur une ligne horizontale a été de 4^{mm}; ce qui correspond à une *augmentation* de poids de $4^{gr},704$, soit $0^{gr},276$ par heure et par kilogramme.

» *Expérience IV*. — Le même chien qui, dans l'intervalle, avait été bien nourri, est privé pendant deux jours d'aliments, mais reçoit de l'eau. Le 30 septembre 1898 à $3^h 30^m$ du soir, il reçoit 490^{gr} de graisse de bœuf, puis il est placé dans une cage sur la bascule enregistrante. Son poids diminue jusqu'à $10^h 10$ du soir, puis le style se dirige vers la droite jusqu'au lendemain $10^h 30^m$ du matin; après quoi, le déplacement se fait de nouveau vers la gauche indiquant que la perte de poids recommence. Le déplacement vers la droite, mesuré en ligne horizontale, est de 9^{mm}, indiquant une augmentation de poids de $10^{gr},584$ en douze heures vingt minutes, soit une *augmentation* de $0^{gr},08$ par heure et par kilogramme.

» Les trois dernières expériences établissent la réalité et donnent l'explication de ce fait paradoxal : l'augmentation de poids d'un animal qui n'ingère rien. Elles peuvent être invoquées à l'appui de l'opinion qui veut que la graisse, comme les hydrates de carbone et comme l'albumine, puisse, dans certaines conditions, donner naissance au sucre. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'épandage et l'enfouissement du fumier de ferme.* Note de M. P.-P. **Dehérain**.

« On a l'habitude, dans beaucoup de fermes, de conduire le fumier aux champs, dès le commencement de l'automne, aussitôt que les attelages sont disponibles; on l'y dispose en petits tas réguliers, désignés sous le nom de *fumerons,* qui restent exposés à l'air et à la pluie, pendant des jours, parfois des semaines, jusqu'au moment où ils sont éparpillés puis enfouis à la charrue.

» Des cultivateurs habiles blâment cette manière d'opérer et ne conduisent le fumier aux champs qu'au moment même des labours, de telle sorte qu'il passe directement de la cour de ferme dans la terre; ces praticiens font remarquer que les places à fumerons reçoivent, pendant les années pluvieuses, une dose d'engrais exagérée; que le blé qu'elles portent, plus haut, plus vert que celui d'alentour, s'allonge et verse souvent; que les betteraves qui croissent sur les places où le fumier a séjourné acquièrent d'énormes dimensions et renferment peu de sucre; on assure enfin que le fumier exposé à l'air subit des pertes sensibles.

» Que de l'ammoniaque s'échappe du fumier, c'est ce que savent tous les chasseurs qui, en automne, ont abordé à *bon vent* une ligne de fumerons; l'odeur d'ammoniaque est manifeste. Pour fixer l'étendue de ces pertes, j'ai disposé l'expérience suivante : du fumier en bon état de préparation a été introduit dans un gros tube de verre et soumis pendant vingt-six jours à un courant d'air intermittent. Cet air, purifié avant de pénétrer dans le tube à fumier, abandonnait, à sa sortie, l'acide carbonique et l'ammoniaque entraînés, à des dissolutions de soude caustique et d'acide sulfurique titrées l'une et l'autre.

» Le fumier employé s'est trouvé très riche en azote ammoniacal, il en renfermait 3 millièmes; dès le début, les pertes d'ammoniaque sont considérables; sur les 32^{mgr} d'azote ammoniacal introduits, on en retrouve après deux jours : $23^{mgr},9$ dans les absorbants. L'entraînement de l'ammoniaque s'atténue peu à peu, celui de l'acide carbonique persiste au contraire. A la fin de l'expérience, on a retrouvé intégralement tout l'azote ammoniacal introduit : $31^{mgr},8$ au lieu de 32^{mgr}; pendant le même temps, l'air avait entraîné $590^{mgr},4$ d'acide carbonique.

» Bien que la combustion ait été active, elle n'a donné naissance à aucune trace d'ammoniaque; ainsi qu'il a été dit, on a retrouvé dans les absorbants toute l'ammoniaque introduite, le fumier lui-même n'en contenait plus ([1]).

» Un point important se déduit de ce premier essai : du fumier exposé à l'air perd rapidement l'ammoniaque qu'il renferme, et les considérations développées dans un Mémoire précédent font comprendre qu'il doit en être ainsi ([2]).

» L'azote se trouve dans le fumier à deux états différents : une partie, d'ordinaire de beaucoup la plus faible, est unie à l'hydrogène et forme de l'ammoniaque; une autre plus considérable est engagée en combinaison avec du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, et appartient à des matières organiques variées, provenant des albuminoïdes de la paille, des fèces des animaux et aussi du travail des microrganismes qui pullulent dans la masse et utilisent l'ammoniaque à la formation de leur propre substance.

» Il était intéressant de savoir si cet azote organique subissait, pendant

---

([1]) Le détail des expériences se trouve dans le Cahier de septembre 1898 des *Annales agronomiques*, t. XXIV, p. 401.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1305. *Annales agronomiques*, t. XXIV, p. 257.

l'exposition à l'air, une perte sensible; aussi a-t-on disposé les expériences suivantes :

» Trois lots d'un fumier renfermant, dans 100^{gr} : $86^{mgr},3$ d'azote ammoniacal et $450^{mgr},7$ d'azote organique, ou en tout 537^{mgr} d'azote, ont été soumis respectivement pendant quatorze jours :

» 1° A l'action d'un courant d'air normal;

» 2° A l'action de ce même courant qui, à son issue du fumier et avant d'atteindre les liquides absorbants, traversait une colonne de 7^{cm} à 8^{cm} de terre placée au-dessus du fumier;

» 3° A l'action d'un courant d'air additionné d'ozone : avant d'arriver au fumier l'air circulait dans un tube à effluves de M. Berthelot.

» Quand on a mis fin à l'expérience, le fumier avait été traversé par 1583^{lit} d'air; l'air ozoné avait enlevé 43,3 centièmes de l'azote ammoniacal primitif, l'air normal 48,7; mais quand l'air, avant d'arriver aux absorbants, traversait la terre, la perte s'est réduite à 3,9 pour 100; on sait en effet que la terre retient très bien l'ammoniaque.

» L'analyse a montré que le fumier soumis à l'action du courant d'air avait perdu une quantité notable de son azote organique; comme on s'est assuré qu'il n'était apparu ni nitrites, ni nitrates, il faut admettre que l'azote s'est dégagé à l'état libre; la perte a été 19,3 pour [100 de l'azote primitif quand l'air renfermait de l'ozone et de 15,2 quand on a fait passer l'air normal. En joignant à cette perte d'azote organique celle de l'azote ammoniacal, on trouve les pertes suivantes, pour 100 de l'azote total primitif : air ozoné 26,4; air normal 23,2; air normal, le fumier étant recouvert de terre, 22,7.

» La combustion que provoque le courant d'air, et qui se traduit par la production constante d'acide carbonique mentionnée plus haut, porte donc, au moins partiellement, sur la matière azotée du fumier et détermine le dégagement de l'azote à l'état libre.

» Avant de tirer de ces expériences les conséquences pratiques qui en découlent, je rapporterai encore un essai disposé pour savoir si les pertes d'azote sont dues à une simple action chimique, ou si elles sont provoquées par des bactéries.

» Un lot de fumier a été porté, dans un autoclave, à 120° pendant plusieurs heures; on a reconnu que ce chauffage prolongé a déterminé le dégagement d'une partie de l'azote ammoniacal. Cette perte n'avait pas grand intérêt; puisqu'on cherchait seulement si l'active combustion qui réduit la matière organique du fumier en acide carbonique, eau et azote libre, était l'œuvre des microrganismes, c'était sur l'azote organique que devait se concentrer l'attention.

» Le fumier ainsi stérilisé a été soumis à l'action d'un courant d'air; il entraîne encore de faibles quantités d'acide carbonique et d'ammoniaque, qui se trouvent à peu près dans les rapports qu'ils présentent dans le bicarbonate d'ammoniaque; la combustion de la matière organique s'éteint donc presque complètement. Quant à

l'azote organique, il persiste : le fumier stérilisé introduit dans le tube à courant d'air renfermait 540^{mgr} d'azote organique; on en retrouve à la fin 535^{mgr}; la perte est de 0,9 pour 100, au lieu de s'élever à 15,2 ou à 19,2 pour 100 dans le fumier non stérilisé, exposé à l'action de l'air normal ou de l'air ozoné.

» Ainsi, les bactéries oxydantes, qui portent le fumier réuni en grandes masses jusqu'à 60°, provoquent la combustion de la matière organique azotée; leur action, toutefois, est surexcitée par le renouvellement constant de l'air, car il m'est arrivé souvent de retrouver intégralement l'azote organique contenu dans du fumier déposé au fond d'une conserve, où cependant la présence d'une dissolution de soude caustique déterminait le dégagement de l'acide carbonique, puis de l'ammoniaque formant le carbonate d'ammoniaque préexistant, mais où l'air ne se renouvelait que lentement.

» De ces expériences découlent quelques conclusions dont les cultivateurs pourront tirer profit.

» Quand naguère encore on n'avait d'autres engrais que le fumier de ferme, et que les intempéries empêchaient absolument de l'enterrer avant les semailles, on le distribuait sur les terres ensemencées : on fumait en *couverture*. Il est clair que le fumier, restant exposé ainsi à l'action de l'air pendant toute une saison, perdait une partie notable de sa matière azotée et ne produisait pas tout l'effet qu'on aurait pu en attendre. Aujourd'hui que nous avons à notre disposition des engrais commerciaux, la fumure en couverture doit être abandonnée; manifestement, il est plus avantageux de distribuer des nitrates, des sels ammoniacaux et des engrais phosphatés que d'étaler sur le sol du fumier dans des conditions telles qu'il dégagera, en pure perte, une importante fraction de l'azote qu'il renferme.

» Tous les travaux de la culture sont subordonnés aux conditions climatériques; dans l'est de la France, où les hivers sont rigoureux, on profite souvent du moment où les terres gelées portent aisément de lourds chariots, pour conduire le fumier, et l'on est bien forcé de le laisser en fumerons, car il serait impossible de labourer; dans ces conditions un peu exceptionnelles, les deux opérations : conduite du fumier, enfouissement, sont fatalement séparées par un temps plus ou moins long; mais, dans d'autres régions, rien ne s'oppose à ce que les deux opérations se suivent très rapidement, et il était utile de faire savoir aux praticiens que le fumier exposé à l'air subit des déperditions importantes, qu'on évite absolument quand on le soustrait à l'action de l'oxygène en l'enfouissant dans le sol. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète DQ Witt (13 août 1898), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. **Rayet**, **L. Picart** et **F. Courty**.

Planète DQ Witt (13 août 1898).

Dates 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de l'observation.	Δα planète.	Δ℘ planète.	Observateur.
		h m s	m s	′ ″	
Sept. 7.....	1	22.13.56,0	+1.15,20	+ 0.58,20	L. Picart
8.....	2	21.18.36,2	+2.35,84	— 0.17,28	L. Picart
9.....	3	21. 3.55,2	+1.32,21	— 0. 2,51	L. Picart
13.....	4	20.16.28,5	+3.31,31	+ 1.59,27	L. Picart
14.....	5	21.10. 0,6	+2.41,14	+ 2.10,71	L. Picart
15.....	6	22. 2.22,6	+1.54,40	+ 2.18,09	G. Rayet
18.....	7	21.35.13,6	—2.46,86	+ 0.36,52	L. Picart
19.....	8	22.14.50,0	+1.56,28	+ 0. 2,68	G. Rayet
20.....	9	20.10.27,4	+1.30,07	— 0. 1,14	F. Courty
21.....	10	21.11.22,0	+1. 3,23	— 0.12,72	G. Rayet
22.....	11	21.38.46,9	+0.40,29	— 0.22,89	F. Courty

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	½ [Vienne Ott. 76.171. — Varsovie, 445]...	20.46.37,23	+4,35	96.18.55,1	—18,22
2...	D.M. —6°,5596 comparée à D.M. —6°,5605.	20.44.12,16	+4,34	96.20.25,5	—18,05
3...	D.M. —6°,5596 comparée à D.M. —6°,5605.	20.44.12,16	+4,33	96.20.25,5	—18,08
4...	⅓ [Vienne Ott. zones 74.172. — Radcliffe, 5579. — Varsovie, 5795]...............	20.38.29,09	+4,28	96.19.17,6	—17,69
5...	⅓ [Vienne Ott. zones 74.172. — Radcliffe, 5579. — Varsovie, 5795]...............	20.38.29,09	+4,27	96.19.17,6	—17,71
6...	⅓ [Vienne Ott. zones 74.172. — Radcliffe, 5579. — Varsovie, 5795]...............	20.38.29,09	+4,26	96.19.17,6	—17,73
7...	½ [Vienne Ott. zones 74.159. — Varsovie, 5796]	20.41.15,57	+4,24	96.21.11,4	—18,01
8...	¼ [Vienne Ott. zones 74.159. — Radcliffe$_3$, 5568. — Varsovie, 2310. — Karlsruhe].	20.35.59,64	+4,22	96.21.38,3	—17,57
9...	Même étoile..............................	20.35.59,64	+4,20	96.21.38,3	—17,58
10...	Même étoile..............................	20.35.59,64	+4,19	96.21.38,3	—17,59
11...	Même étoile..............................	20.35.59,64	+4,17	96.21.38,3	—17,60

Positions apparentes de la planète DQ.

Dates 1898.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 7......	11. 5.45,98	20.47.56,78	$+\bar{1},191$	96.19.35,1	−0,836
8......	10. 6.39,33	20.46.52,34	$+\bar{2},771$	96.19.50,2	−0,838
9......	9.48. 4,75	20.45.48,70	$+\bar{2},522$	96.20. 5,0	−0,840
13......	8.45. 2,24	20.42. 4,68	$-\bar{2},681$	96.20.59,2	−0,840
14......	9.34.29,62	20.41.14,50	$+\bar{2},728$	96.21.10,6	−0,840
15......	10.22.47,18	20.40.27,75	$+\bar{1},172$	96.21.17,9	−0,837
18......	9.43.54,89	20.38.32,95	$+\bar{2},971$	96.21.29,9	−0,839
19......	10.19.28,90	20.38. 0,14	$+\bar{1},242$	96.21.23,4	−0,836
20......	8.11.30,81	20.37.33,91	$-\bar{2},713$	96.21.19,6	−0,839
21......	9. 8.19,53	20.37. 7,06	$+\bar{2},797$	96.21. 8,0	−0,839
22......	9.31.44,01	20.36.44,10	$+\bar{1},057$	96.20.57,8	−0,838

La planète est de onzième grandeur.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *L'amputation interscapulo-thoracique (amputation du membre supérieur dans la contiguïté du tronc) dans le traitement des tumeurs malignes de l'extrémité supérieure de l'humérus.* Note de M. **Paul Berger**.

« En 1887, dans un Ouvrage auquel l'Académie a bien voulu décerner une mention au concours du prix Montyon, j'appelais l'attention sur l'amputation qui consiste à enlever, en même temps que le membre supérieur, la totalité de l'omoplate et la plus grande partie de la clavicule.

» Dans ce travail, je précisai dans tous ses détails la technique de cette opération; je fis voir que, grâce à la ligature de l'artère et de la veine sous-clavières qui en constitue le premier acte, cette amputation était d'une exécution facile et très sûre. J'insistai particulièrement sur ses indications dont les plus favorables sont celles que lui fournissent les tumeurs malignes de l'extrémité supérieure de l'humérus.

» L'amputation interscapulo-thoracique a été, depuis lors, pratiquée un assez grand nombre de fois pour des affections de cette nature; j'ai pu en relever 46 observations dans la littérature médicale.

» J'y ai eu recours moi-même pour la deuxième fois, dans un cas dont voici la relation abrégée :

» Il s'agit d'un jeune homme de 28 ans qui, depuis un peu plus de trois mois, avait vu se développer rapidement une tumeur au niveau de l'épaule droite; celle-ci, qui avait le volume d'un œuf de dinde, avait manifestement pris naissance au voisinage du col chirurgical de l'humérus; elle avait envahi les muscles scapulaires et le deltoïde, et elle présentait tous les caractères des tumeurs malignes que l'on observe dans cette région. Le choix du mode d'intervention ne pouvait être douteux; l'amputation interscapulo-thoracique fut exécutée le 10 mars 1897.

» La résection de la partie moyenne de la clavicule permit de pratiquer aisément la section de l'artère et de la veine sous-clavières entre deux ligatures. Le reste de l'opération se fit presque sans perte de sang. En enlevant l'omoplate et le membre supérieur on découvrit dans la région axillaire une grosse masse de ganglions envahis qui furent extirpés.

» Malgré l'étendue de cette perte de substance il n'y eut ni shock opératoire, ni suppuration. Le malade put quitter son lit moins d'une semaine après l'opération.

» L'examen histologique de la tumeur, pratiqué par mon chef de laboratoire, M. le D[r] Fernand Bezançon, confirma la nature maligne du produit pathologique; il s'agissait d'un myxome développé au voisinage du canal médullaire de l'humérus. Cette tumeur avait perforé la lame osseuse compacte et envahi les muscles, les tissus périarticulaires et les ganglions de l'aisselle.

» J'ai voulu attendre, pour publier cette observation, que la guérison définitive pût être considérée comme certaine; dix-huit mois se sont passés depuis l'opération et ce que nous savons des récidives, généralement si précoces, à la suite de l'extirpation des sarcomes des os longs et des tumeurs analogues, nous fait espérer que l'opéré est à l'abri de tout danger de cette espèce.

» Au moment où je rédigeais cette observation, je recevais des nouvelles du sujet sur lequel pour la première fois j'avais pratiqué la même opération. Il s'agissait d'une énorme tumeur cartilagineuse récidivée de l'extrémité supérieure de l'humérus. Non seulement la tumeur ne s'était pas reproduite, mais, depuis quinze ans, malgré cette énorme mutilation, mon opéré remplissait à la campagne les fonctions de facteur des postes et distribuait les lettres sur un parcours de 30^{km}; il me demandait un certificat pour être admis à la retraite.

» Voilà donc deux cas, les seuls de ma pratique dans lesquels j'aie eu l'occasion d'opérer l'ablation totale du membre supérieur avec l'omoplate; tous les deux se sont terminés par la guérison, et par une guérison durable constatée dix-huit mois dans un cas, quinze ans dans l'autre, à la suite de l'opération.

» L'étude des quarante-quatre autres faits dont j'ai pu recueillir l'indi-

cation confirme ce que ces résultats pouvaient déjà faire présumer tant au point de vue de l'innocuité qu'à l'égard de l'efficacité de cette opération.

» Pratiquée quarante-six fois pour des tumeurs de l'extrémité supérieure de l'humérus, l'amputation interscapulo-thoracique n'a déterminé la mort que dans deux cas : une fois chez un enfant de deux ans (Kenneth M. Leod), l'autre fois dans un cas où, à l'ablation totale du membre supérieur, il fallut ajouter la résection partielle du sternum et de la première côte, et où Bergmann dut pratiquer la ligature de la veine cave supérieure et tamponner le médiastin.

» On peut donc affirmer que, pratiquée pour les tumeurs de l'humérus, en dehors de toute complication et dans des conditions suffisantes de résistance de la part du sujet qui doit la subir, l'amputation interscapulo-thoracique n'est pas une opération très grave, que la mortalité qu'elle entraîne est insignifiante et n'excède pas celle que donne la désarticulation scapulo-humérale.

» Les résultats qu'elle donne, au point de vue des guérisons définitives qu'elle assure et de la proportion des récidives qu'on observe à sa suite, ne sont pas moins dignes d'intérêt.

» Des quarante-six malades sur lesquels l'amputation interscapulo-thoracique a été pratiquée pour des tumeurs de l'extrémité supérieure de l'humérus, deux sont morts; treize n'ont pu être suivis un temps assez long pour que leur observation ait quelque valeur au point de vue de la cure définitive de l'affection. Dans les trente et un cas qui restent, la récidive ou la généralisation toujours précoce de la néoplasie a été observée quatorze fois; dix-sept fois la guérison s'est maintenue et a pu être constatée, dont dix fois plus d'un an après l'opération.

» Or, comme la récidive, dans tous les cas où elle est survenue sauf un, s'est montrée moins de dix mois, le plus souvent quatre à six mois après l'amputation, nous pouvons considérer les opérés qui, depuis plus d'un an, n'ont pas vu se produire de récidive comme presque à l'abri de ce danger : la proportion des guérisons définitives, procurées par l'amputation du membre supérieur pour les tumeurs malignes de l'extrémité supérieure de l'humérus, serait donc environ de 33 pour 100. Cette proportion est des plus satisfaisantes, si l'on s'en rapporte au pronostic ordinaire des ostéo-sarcomes des membres qui, presque toujours, récidivent après l'amputation, et particulièrement aux résultats que donne la désarticulation scapulo-humérale dans les cas de ce genre.

» On peut conclure de ces faits que l'amputation interscapulo-thoracique est l'intervention de choix dans le traitement des tumeurs malignes de l'extrémité supérieure de l'humérus.

» Sa gravité n'excède pas celle de la désarticulation de l'épaule et elle place l'opéré dans des conditions infiniment meilleures au point de vue de la guérison définitive, puisque la section se fait bien au delà des limites du mal, dans les parties saines, et qu'elle supprime du même coup les voies par lesquelles se fait sa propagation, principalement les muscles qui environnent l'articulation scapulo-humérale et qui sont le principal agent de cet envahissement.

» Quant à la déformation en apparence si considérable et à l'impotence qui en sont la conséquence forcée, elles peuvent être atténuées au moyen d'appareils prothétiques qui ne diffèrent guère de ceux que l'on emploie à la suite de la désarticulation de l'épaule.

» Je veux, en terminant, insister encore sur la condition essentielle qui doit régir la technique de l'amputation interscapulo-thoracique, et à laquelle celle-ci doit son innocuité : c'est la ligature de l'artère et de la veine sous-clavières que l'on pratique dans le premier temps de l'opération, grâce à la résection de la partie moyenne de la clavicule. Cet acte accompli, l'opération s'achève sans difficultés et sans perte de sang notables, en se conformant aux règles que j'ai développées dans l'Ouvrage auquel l'Académie a bien voulu décerner la distinction que je rappelais au commencement de ce Travail. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes, faites à l'observatoire de Rio de Janeiro (équatorial de* $0^m,24$). Note de M. **L. Cruls**, présentée par M. Lœwy.

Comète Coddington-Pauly.

Dates. 1898.	Étoiles.	Temps moyen de Rio.	Δα.	Δδ.	Nombre de comparaison.
		h m s	m s	′ ″	
Juin 15......	*a*	6.59.42	+0.20,83	+13.31,5	10:10
20......	*b*	6.39.27	+1.16,59	+15. 0,7	10:10
22......	*c*	6.31.33	−2.11,77	−18.25,5	6: 6
23......	*d*	8. 0.55	−1.17,10	− 2.11,7	12:12
25......	*e*	8.58.26	−7.54,42	−13.46,5	6: 6

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	
a......	20364 Paris	16 11.57,03	+4,25	−27.46.30,8	−13,6
b......	3657 C.G. Cordoba / 8691 Stone	15.53.28,77	+4,28	−30.52.35,6	−15,9
c......	3394 C.G. Cordoba / 8653 Stone	15.49.48,67	+4,28	−31.29.13,1	−16,5
d......	6637 Yarnall / 8610 Stone	15.45. 5,69	+4,28	−32.22.40,8	−17,1
e......	8602 Stone	15.44.28,47	+4,31	−33.18.57,8	−17,5

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1898.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juin 15	16.12.22,11	$9,696_n$	−27.33.12,9	$9,904_n$
20	15.54.49,64	$9,683_n$	−30.37.50,8	$9,365_n$
22	15.47.41,18	$9,679_n$	−31.47.55,1	$9,052_n$
23	15.43.52,87	$9,415_n$	−32.25. 9,6	0,033
25	15.36.38,36	$8,924_n$	−33.33. 1,8	0,191

Aspect physique. — Juin 15 : nébulosité assez brillante de 4′ à 5′ de diamètre, noyau de 8ᵉ grandeur. 23 juin : éclat plus faible, noyau légèrement excentrique. 25 juin : noyau assez brillant, diamètre de la nébulosité paraît augmenté.

Comète Giacobini.

Dates. 1898.	Étoiles.	Temps moyen de Rio.	Δα.	Δδ.	Nombre de comparaison.
		h m s	m s	′ ″	
Juin 21......	*f*	10. 0.25	+1.28,78	− 3.19,3	10:10
23......	*g*	9.31.46	+0.57,85	− 5.30,3	10:10

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	
f......	38357 Lalande	20. 0.35,29	+4,12	−21.57.56,1	+ 9,9
g......	37221 Lalande	19.33.51,30	+4,27	−22.17.34,0	+ 7,3

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1898.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juin 21	20. 2. 8,19	$9,705_n$	−22. 1. 7,5	$0,218_n$
23	19.34.53,42	$9,699_n$	−22.22.57,0	$0,193_n$

Les observations ont été faites par MM. L. Cruls, H. Morize, N. Duarte, aidés de MM. J.-N. do Cunha Lougado, Calheiros do Graça et Vollin.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1898 (Perrine-Chofardet), *faites à l'observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. **L.-J. Gruey**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de l'observation.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Observateur.
		h m s	m s	′ ″	
Sept. 17........	*d*	3.42.15	+0.29,22	− 3.40,9	Chofardet
19........	*e*	4. 3.12	+1.18,69	− 1.51,8	Id.
20........	*f*	4. 4.17	−0.21,07	− 7.47,5	Id.
21........	*g*	3.54.32	+1.45,10	−10.55,3	Id.
21........	*g*	4.38.49	+1.56,53	− 9.29,1	Id.
22........	*h*	4.27.17	−0.12,58	− 9.18,9	Id.
23........	*i*	4.32.22	+2.27,00	− 9.15,3	Id.
24........	*j*	4.23.41	−0.18,37	+ 2.26,6	Id.
25........	*k*	4.36.20	+0.38,05	− 1.28,7	Id.
26........	*l*	4.42.58	−0.23,59	»	Id.
26........	*l*	5.24.16	»	+ 1. 4,2	Id.
28........	*m*	5.37.50	−0.32,00	+ 1.53,2	Id.
29........	*n*	5.34.27	−3.51,72	+ 8. 6,3	Id.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
d....	A.G. Cambridge, 5228	10. 3.38,03	+2,37	61.31. 3,5	+13,4
e....	A.G. Cambridge, 5312	10.15.26,66	+2,34	62.47.19,2	+13,8
f....	A.G. Cambridge, 5370	10.23.26,14	+2,31	63.34.50,1	+14,0
g....	A.G. Cambridge, 5398	10.27.38,83	+2,30	64.20.58,3	+14,1
h....	A.G. Cambridge, 5459	10.36. 7,45	+2,27	65. 5.45,5	+14,2
i....	Paris II, 13178	10.39.53,24	+2,27	65.53. 6,5	+14,3

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	
j....	Paris II, 13348	10.49. 1,00	+2,24	66.30. 6,9	+14,5
k....	Paris II, 13463	10.54.34,19	+2,23	67.25.35,7	+14,6
l....	Paris II, 13579	11. 2. 4,24	+2,21	68.17.51,4	+14,7
m...	Weisse II, 237, XI^{h}	11.15.22,78	+2,18	70. 9.22,0	+14,8
n ...	Paris II, 14055 (86 Lion)	11.25. 9,86	+2,15	71. 1.43,1	+14,9

Positions apparentes de la comète Perrine-Chofardet.

Dates. 1898.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire moyenne.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 17...	15.53.57	10. 4. 9,62	$\bar{1}$,658$_n$	61.27.36,0	0,775$_n$
19....	16. 6.58	10.16.47,69	$\bar{1}$,654$_n$	62.45.41,2	0,771$_n$
20....	16. 4. 7	10.23. 7,38	$\bar{1}$,650$_n$	63.27.16,6	0,778$_n$
21....	15.50.27	10.29.26,23	$\bar{1}$,645$_n$	64.10.17,1	0,793$_n$
21....	16.34.37	10.29.37,66	$\bar{1}$,648$_n$	64.11.43,3	0,757$_n$
22....	16.19.12	10.35.57,14	$\bar{1}$,646$_n$	64.56.40,8	0,774$_n$
23....	16.20.20	10.42.22,51	$\bar{1}$,643$_n$	65.44. 5,5	0,778$_n$
24....	16. 7.45	10.48.44,87	$\bar{1}$,638$_n$	66.32.48,0	0,792$_n$
25....	16.16.25	10.55.14,47	$\bar{1}$,637$_n$	67.24.21,6	0,790$_n$
26....	16.19. 7	11. 1.42,86	$\bar{1}$,634$_n$	»	»
26....	17. 0.18	»	»	68.19.10,3	0,763$_n$
28....	17. 5.57	11.14.52,96	$\bar{1}$,628$_n$	70.11.30,0	0,769$_n$
29....	16.58.39	11.21.20,29	$\bar{1}$,627$_n$	71.10. 4,3	0,778$_n$

Remarques. — Les 23 et 24 septembre un fort vent du nord-est agite un peu le bras de la lunette; les observations du 26 sont faites à travers deux petites éclaircies d'un ciel couvert.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de transformations de contact.* Note de M. **E.-O. Lovett**, présentée par M. Darboux.

« On sait que, dans la théorie générale de transformations de contact de M. Lie, on a le théorème, démontré par MM. Lie, Darboux et Mayer, à l'effet que les relations

$$(1)\qquad \begin{cases} [X_i, X_j] = [X_i, Z] = [P_i, P_j] = 0, \qquad [P_i, Z] = \rho P_i, \\ [P_i\, X_j]^{=0,\, i \neq j}_{=\rho,\, i=j}, \qquad \rho \neq 0, \end{cases}$$

où

$$(2)\quad [\mathcal{F}_i, \mathcal{F}_j] = \sum_1^n {}_k \left(\frac{\partial \mathcal{F}_i}{\partial p_k} \frac{d\mathcal{F}_j}{dx_k} - \frac{\partial \mathcal{F}_j}{\partial p_k} \frac{d\mathcal{F}_i}{dx_k} \right), \quad \frac{d\mathcal{F}_j}{dx_k} = \frac{\partial \mathcal{F}_j}{\partial x_k} + p_k \frac{\partial \mathcal{F}_j}{\partial z} = (j, k)$$

sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que les $2n+1$ équations

$$(3)\quad z' = Z(z, x_1, \ldots, x_n, p_1, \ldots, p_n), \quad x'_i = X_i, \quad p'_i = P_i, \quad i = 1, \ldots, n$$

définissent une transformation de contact entre les variables $z, x_1, \ldots, x_n, p_1, \ldots, p_n$ et les variables $z', x'_1, \ldots, x'_n, p'_1, \ldots, p'_n$.

» Recherchons les transformations de contact qui laissent invariante l'équation aux dérivées partielles du second ordre

$$(4)\quad | p_{1,1}, p_{2,2}, \ldots, p_{n,n} | = 0.$$

» En posant

$$(5)\quad \mathcal{F}^{(i)} = \mathcal{F}_{x_i} + p_i \mathcal{F}_z + \sum_1^n {}_j p_{i,j} \mathcal{F}_{p_j}, \quad p_i = \frac{\partial z}{\partial x_i}, \quad p_{i,j} = \frac{\partial^2 z}{\partial x_i \, \partial x_j}, \quad i = 1, \ldots, n$$

et

$$(6)\quad \Phi(X_1, X_2, \ldots, X_n) = | X_1^{(1)}, X_2^{(2)}, \ldots, X_n^{(n)} |,$$

on a

$$(7)\quad | P_{1,1}, P_{2,2}, \ldots, P_{n,n} | = \frac{\Phi(P_1, P_2, \ldots, P_n)}{\Phi(X_1, X_2, \ldots, X_n)},$$

en vertu des équations

$$(8)\quad dZ = \sum_1^n {}_i P_i \, dX_i, \qquad dP_i = \sum_1^n {}_j P_{i,j} \, dX_j.$$

» En développant l'expression $\Phi(P_1, P_2, \ldots, P_n)$, égalant à zéro les coefficients de $p_{1,1}, p_{1,2}, \ldots$ et notant les relations (1) et (2), on trouve, après une réduction aisée, les n systèmes complets suivants :

$$(9)\quad (i, 1) = 0, \qquad (i, 2) = 0, \qquad \ldots, \qquad (i, n) = 0; \qquad i = 1, \ldots, n.$$

» L'application à ces systèmes complets de la méthode de M. Mayer donne les formes suivantes des fonctions P_i :

$$(10)\quad P_i = \varphi_i\left(\sum_1^n {}_j p_j x_j - z, p_1, \ldots, p_n \right) = \varphi_i(\zeta, p_1, \ldots, p_n), \qquad i = 1, \ldots, n,$$

où les fonctions φ_i sont arbitraires.

» On vérifie facilement que

$$(11) \qquad Z = \sum_1^n {}_i \varphi_i X_i - \varphi_0(\zeta, p_1, \ldots, p_n),$$

où φ_0 est une fonction arbitraire.

» Soient

$$(12) \qquad M_1 = (\psi_1, \ldots, \psi_n)_1, \qquad \ldots, \qquad M_{n+1} = (\psi_1, \ldots, \psi_n)_{n+1}$$

les mineurs du déterminant

$$(13) \qquad \begin{vmatrix} \frac{\partial\psi_1}{\partial\zeta} & \frac{\partial\psi_2}{\partial\zeta} & \cdots & \frac{\partial\psi_n}{\partial\zeta} & m_1 \\ \frac{\partial\psi_1}{\partial p_1} & \frac{\partial\psi_2}{\partial p_1} & \cdots & \frac{\partial\psi_n}{\partial p_1} & m_2 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{\partial\psi_1}{\partial p_n} & \frac{\partial\psi_2}{\partial p_n} & \cdots & \frac{\partial\psi_n}{\partial p_n} & m_{n+1} \end{vmatrix};$$

on a enfin

$$(14) \qquad X_i = \frac{(\varphi_{i+1}, \varphi_{i+2}, \ldots, \varphi_n, \varphi_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_{i-1})_1 - \sum_1^n {}_j x_j (\varphi_{i+1}, \varphi_{i+2}, \ldots, \varphi_n, \varphi_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_{i-1})_{j+1}}{\sum_1^n {}_j x_j (\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n)_{j+1} - (\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n)_1}.$$

» L'équation (4) représente toutes les hypersurfaces développables dans l'espace à $n+1$ dimensions; aussi notre transformation de contact C, donnée par les équations (10), (11) et (14), transforme une hyperdéveloppable en une hyperdéveloppable. Cette interprétation géométrique se montre de plus par le fait que l'on a

$$(15) \qquad C = LQL,$$

où Q est une transformation ponctuelle arbitraire dans l'espace à $n+1$ dimensions, et L est la transformation de Legendre telle qu'elle a été généralisée par M. Lie pour l'espace à $n+1$ dimensions.

» Si les transformations de contact sont transformations ponctuelles, la transformation ponctuelle Q est projective.

» Parmi les résultats de cette Note sont les généralisations complètes d'un Mémoire de M. G. Vivanti (¹). »

(¹) *Rend. del Circ. mat. di Palermo,* t. V, 1891.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés des carbures doubles de fer et de chrome, et de fer et de tungstène*. Note de M. **Perey Williams** (1), présentée par M. H. Moissan.

« Le procédé que nous avons employé pour préparer un carbure double de fer et de tungstène (2) nous a permis d'obtenir également des composés doubles de fer et de chrome, de fer et de tungstène, dont nous indiquerons aujourd'hui la préparation et les principales propriétés.

» 1. *Carbure double de fer et de chrome*. — MM. A. Carnot et Goutal (3) ont décrit deux carbures doubles de fer et de chrome ayant respectivement pour formules $3Fe^3C, Cr^3C^2$ et $Fe^3C, 3Cr^3C^2$. Ces composés ont été isolés en faisant réagir l'acide chlorhydrique sur le ferrochrome industriel. Le carbure double que nous avons obtenu, quoique rentrant dans le même ordre de combinaisons, possède une formule différente. Il répond à la composition $3Fe^3C, 2Cr^3C^2$.

» Pour le préparer nous avons fait un mélange de sesquioxyde de chrome pur, calciné, de fer et de coke de pétrole dans les proportions suivantes :

Sesquioxyde de chrome	200 gr
Fer	200
Coke de pétrole	70

» Ce mélange, placé dans un creuset de charbon, est chauffé au four électrique pendant cinq minutes avec un courant de 900 ampères sous 45 volts. On obtient un culot d'aspect cristallin qui ressemble au ferrochrome industriel. Ce culot est traité par l'eau régale au bain-marie pendant deux ou trois heures; il se désagrège peu à peu et des cristaux s'en détachent. Ces cristaux sont traités à nouveau par l'eau régale afin d'éliminer les dernières traces de fer. Enfin, au moyen du bromoforme, on sépare la petite quantité de graphite qui constitue la dernière impureté.

» Ce carbure de chrome et de fer se présente sous forme d'aiguilles très cassantes, d'aspect métallique, ayant la couleur du nickel. Au microscope on constate que ces aiguilles prismatiques sont formées par l'agglomération d'aiguilles plus fines. Ce composé raye le verre mais ne raye pas le cristal de roche. Sa densité à 19° est 7,22. Il n'est pas magnétique. Le chlore attaque ce carbure facilement au rouge, le brome et l'iode réagissent plus lentement.

» Dans un courant d'air, il s'oxyde vers 500°; la vapeur d'eau réagit de la même manière.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie minérale de l'École des Hautes Études de M. Moissan.

(2) P. Williams, *Comptes rendus*, t. CXXVII; p. 410.

(3) A. Carnot et Goutal, *Comptes rendus*, t. CXXVI; p. 1240.

» Les hydracides gazeux ou dissous attaquent peu à peu ce corps, mais l'acide azotique et l'eau régale sont sensiblement sans action, à moins d'un contact très prolongé.

» L'analyse nous a conduit à donner à ce composé la formule $3Fe^3C, 2Cr^3C^2$.

» Dans ces sortes de combinaisons il est difficile d'avoir une composition se rapprochant beaucoup des données théoriques par suite de la difficulté d'éliminer l'excès de carbure de fer qui forme entre les cristaux un véritable ciment.

» 2. *Carbure double de fer et de molybdène.* — On a fait un mélange de bioxyde de molybdène obtenu par calcination du molybdate d'ammonium, au four Perrot, avec un excès de fer et du coke de pétrole dans les proportions suivantes : bioxyde de molybdène 130^{gr}, fer 300^{gr}, coke de pétrole 50^{gr}.

» Comme dans le cas précédent, ce mélange a été chauffé an four électrique dans un creuset de charbon pendant cinq minutes avec un courant de 900 ampères et 45 volts. Le culot obtenu a été traité par l'acide chlorhydrique chaud jusqu'à désagrégation complète. L'action de l'acide chlorhydrique est continuée cinq à six heures. Le résidu cristallin n'est pas formé d'un seul composé, mais on peut le séparer en deux parties à l'aide d'un aimant. Nous avons étudié la portion non magnétique : elle est constituée par un carbure double de fer et de molybdène mélangé de graphite. Ce dernier peut être séparé au moyen du bromoforme ou de l'iodure de méthylène. On obtient finalement une poudre cristalline gris de fer, qui, au microscope, apparaît formée de petits cristaux arborescents rappelant l'aspect des cristaux d'antimoine. La densité de ce carbure est 7,47 à +18°.

» Le chlore, le brome, l'iode, les hydracides gazeux ou dissous attaquent ce composé à chaud, mais l'acide azotique étendu paraît son meilleur dissolvant.

» Ce corps répond sensiblement à la formule $Mo^2C Fe^3C$.

» *Conclusions.* — Nous avons pu préparer deux nouveaux carbures doubles $3Fe^3C, 2Cr^3C^2$ et Fe^3C, Mo^2C. Ces carbures, comme d'ailleurs le carbure double de fer et de tungstène précédemment décrit [1], peuvent être considérés comme des combinaisons du carbure de fer Fe^3C et des carbures métalliques préparés par M. Moissan au four électrique. Il est à remarquer que notre carbure double de fer et de chrome $3Fe^3C, 2Cr^3C^2$ rentre bien dans la série des composés isolés par MM. A. Carnot et Goutal, $3Fe^3C, Cr^3C^2$ et $Fe^3C, 3Cr^3C^2$. Enfin, nous ajouterons qu'il y a toujours une certaine relation entre le rendement des culots en carbures et la quantité de graphite libre. La quantité de carbure est, en quelque sorte, inverse de celle du graphite. Le refroidissement influe d'une façon notable sur ces proportions. Ce fait a déjà été mis en évidence par M. Moissan dans la production du carbure de fer au four électrique. »

---

(1) PEREY WILLIAMS, *loc. cit.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles combinaisons de la phénylhydrazine avec certains sels métalliques* (¹). Note de M. **Pastureau**, présentée par M. Moissan.

« En 1893, M. Schyerring (*Journ. für prat. Chem.*) a signalé des combinaisons de la phénylhydrazine avec les sulfates des métaux de la série magnésienne. En 1897, M. Moitessier a étendu cette étude aux principaux sels de cette série : chlorures, bromures, iodures, acétates, ainsi qu'au lithium (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1897).

» *Chlorure de bismuth phénylhydrazinique.* — Pour le préparer, on prend 10^{gr} de chlorure de bismuth qu'on dissout dans 100^{gr} d'eau légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique. La solution est portée à l'ébullition et l'on verse peu à peu 5^{gr} de phénylhydrazine liquéfiée à une douce chaleur. On évapore lentement au tiers environ. Le tout est abandonné à un refroidissement lent.

» Il se forme au sein de la liqueur de petites houppes de cristaux en aiguilles incolores. On filtre à la trompe. On lave à l'éther à deux ou trois reprises. On sèche sur une assiette de porcelaine poreuse, puis sous une cloche à vide sulfurique.

» Ces cristaux répondent à la formule $BiCl^3.6(Az^2H^3C^6H^6)$, ainsi que le montre leur analyse.

» *Propriétés.* — Ce corps jouit de toutes les propriétés des sels de bismuth et de la phénylhydrazine.

» Il est soluble dans l'eau acidulée.

» L'eau précipite un oxychlorure de sa solution.

» L'hydrogène sulfuré en liqueur acide donne un précipité brun de Bi^2S^3.

» L'azotate d'argent en liqueur acide donne un précipité blanc de AgCl. En liqueur alcaline, il est réduit à l'état métallique avec dégagement d'azote.

» Les sels de cuivre sont également réduits.

» L'acide azotique concentré oxyde la phénylhydrazine avec dégagement d'azote.

» *Azotate de bismuth phénylhydrazinique.* — Pour le préparer, on dissout 10^{gr} de nitrate de bismuth $(AzO^3)^3Bi$ dans 100^{gr} d'eau acidulée par AzO^3H. On chauffe vers 60°. On verse 5^{gr} de phénylhydrazine. On évapore vers 50°-60° et on laisse cristalliser en prenant les mêmes précautions que pour le chlorure. Il se forme ainsi des cristaux incolores formés d'aiguilles prismatiques rayonnant autour d'un centre.

» Il ne faut pas évaporer à haute température, car la phénylhydrazine s'oxyderait avec dégagement d'azote sous l'influence de la liqueur azotique.

» Ces cristaux répondent à la formule :

$$(AzO^3)^3Bi.\ 6(Az^2H^3C^6H^5)$$

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de l'Université de Bordeaux (Faculté des Sciences).

» De même que le chlorure, ce composé jouit de toutes les propriétés des sels de bismuth et des propriétés de la phénylhydrazine.

» *Sulfite de zinc phénylhydrazinique.* — Pour le préparer, on dissout 10^{gr} de chlorure de zinc dans 100^{cc} d'eau acidulée. On ajoute 50^{cc} de la solution de bisulfite de sodium des laboratoires, puis 5^{gr} de phénylhydrazine. Il se produit un abondant précipité butyreux. On filtre, on lave à l'eau chaude, on dissout le précipité restant dans l'eau à la faveur d'un courant d'anhydride sulfureux, on chasse SO^2 au bain-marie. On obtient ainsi des cristaux incolores formés d'aiguilles rayonnant autour d'un centre.

» Ce corps, insoluble dans l'eau, soluble dans l'eau chargée de gaz sulfureux, a pour formule :

$$SO^3Zn.\ 2(Az^2H^3C^6H^5).$$

» *Sulfite de manganèse phénylhydrazinique.* — Il se prépare comme le sulfite de zinc. Comme lui il est insoluble dans l'eau, il cristallise sous la même forme de sa solution en SO^2 par élimination de l'anhydride sulfureux. Comme le sulfite de zinc, il répond à la formule :

$$SO^3Mn.\ 2Az^2H^3C^6H^5.\ »$$

ZOOLOGIE. — *Sur la viviparité d'une Annélide polychète* (Dodecaceria concharum *Œrsted, forme* A). Note de MM. **Félix Mesnil** et **Maurice Caullery**.

« Nous avons signalé, dans des Notes antérieures (*Comptes rendus*, 28 septembre 1896 et 8 juin 1898), l'existence de phénomènes d'épitoquie et de polymorphisme évolutif chez *Dodecaceria concharum* OErsted. Nous avons été conduits à distinguer trois formes A, B, C de cette Annélide, B et C subissant une métamorphose dont A n'offrait aucune trace. A, de plus, ne présentait que des femelles. Nous pouvions nous demander si les individus de cette dernière forme observés étaient réellement arrivés à leur pleine maturité sexuelle. Il restait la possibilité, d'ailleurs peu probable, que la forme adulte véritable de A nous eût échappé.

» Nous avons pu combler cette lacune, cet été, en découvrant une particularité de la forme A, très intéressante parce qu'elle résout la difficulté et que, de plus, elle est très exceptionnelle chez les Annélides polychètes.

» La forme A de *Dodecaceria concharum* est bien un adulte. Elle mûrit à cet état; *elle est vivipare et parthénogénétique*.

» En général, le cœlome de l'Annélide présente des ovules bleu verdâtre, à toutes les tailles, et des amœbocytes, chez une partie desquels le protoplasme est chargé de granulations éosinophiles. Quand la maturité sexuelle est véritablement atteinte, les œufs, relativement peu nombreux

(par comparaison avec B et C), ont environ 160 μ. Ils s'entourent d'une coque et émettent les globules polaires (nous n'avons pas fait jusqu'ici d'observation décisive sur le nombre de ceux-ci). La segmentation est totale, légèrement inégale; elle n'est pas synchrone chez tous les œufs, et l'on trouve dans un même individu une série de stades. Le développement s'effectue dans le cœlome maternel jusqu'à un stade très avancé; on trouve, en effet, dans certains individus, des larves présentant, en arrière du prostomium, l'ébauche de deux ou même trois segments métastomiaux, d'ailleurs achètes; elles ont, en outre, deux yeux sur le prostomium, un tube digestif bien formé, et du pigment jaune verdâtre (lipochrome) dans l'ectoderme, etc.

» Le nombre de ces larves est souvent peu considérable. Cela tient à ce qu'elles sont expulsées successivement. Mais, d'autre part, la cavité générale offre souvent des masses pigmentées, entourées et pénétrées de nombreux phagocytes. Ce sont très probablement des œufs qui n'arrivent pas à complet développement et sont résorbés par phagocytose. Nous noterons encore que, chez les individus qui présentent des embryons, on ne trouve plus d'amœbocytes à réserves : celles-ci ont été utilisées pour l'achèvement de la maturation sexuelle.

» L'expulsion des larves se fait sans doute par les organes segmentaires rudimentaires. Ils consistent, en effet, en un simple contact des dissépiments avec la paroi ectodermique. La musculature est interrompue en ces points.

» Telle est la viviparité de *Dodecaceria concharum*, forme A. Dans la Manche, la maturité sexuelle de cette Annélide paraît être maximum de mai à juillet. La parthénogénèse résulte de ce que l'on ne trouve jamais de mâles (plusieurs milliers d'individus ont été examinés) et que, d'autre part, on ne voit ni spermatozoïdes, ni stades de spermatogénèse dans le cœlome des femelles.

» A la différence des formes B et C, la maturité sexuelle ne s'accompagne pas ici d'une régression du tube digestif, ni d'un développement plus considérable des organes segmentaires, ni d'une métamorphose externe.

» La forme A est susceptible de plusieurs poussées génitales successives. Pendant que les embryons se développent dans le cœlome, on trouve des ovaires formant activement une nouvelle génération de jeunes ovules.

» Nous avons indiqué antérieurement les différences qui séparent les séries A, B et C. Il n'est pas impossible que, après avoir fourni une série de poussées génitales sous la forme A, certains individus prennent pour

la dernière la forme C. Le fait que tous les individus C trouvés par nous étaient de très grande taille s'accorderait avec cette hypothèse. Si elle était exacte, ces individus se reproduiraient donc à deux états séparés par une métamorphose. Ce serait un cas de ce que Chun a appelé la *dissogonie*.

» On peut se demander aussi si l'état adulte normal de l'espèce est la forme épitoque (B ou C) ou la forme atoque (A). Dans la première hypothèse, A se reproduirait à un état larvaire; ce serait un cas de parthénogénèse progénétique. La considération de la famille des Cirratuliens, dans son ensemble, nous fait toutefois pencher pour la seconde hypothèse et regarder A comme un état morphologiquement adulte.

» Les faits précédents sont intéressants aussi pour la biologie des Annélides en général.

» La viviparité est jusqu'ici tout à fait exceptionnelle chez les Polychètes. On n'en a signalé à notre connaissance que les cas suivants (¹) :

» 2 Syllidiens : *Syllis vivipara* (Krohn), *Syllis incisa* (Levinsen).
» 2 Néréidiens : *Nereis Dumerilii* (forme hermaphrodite, Metchnikoff, dans Claparède), *Nereis diversicolor* (M. Schulze, Schröder).
» 2 Serpuliens : *Salmacina dysteri, Pomatoceros triqueter* (de Saint-Joseph).
» 1 Cirratulien : *Cirratulus chrysoderma??* (Claparède et Metchnikoff).

» Ces cas ne sont pas tous de même valeur. Chez les deux *Nereis*, la viviparité est liée à un hermaphrodisme protandrique; de plus, Mendthal pense que chez la *Nereis diversicolor* elle est exceptionnelle; nos observations personnelles sur la *Nereis Dumerilii* tendent à la même conclusion. Pour les deux Serpuliens, qui sont également hermaphrodites, il pourrait en être de même; von Drasche a étudié le développement de *Potamoceros triqueter* sans constater de viviparité.

» La description de Claparède et Metchnikoff pour le *Cirratulus chrysoderma* (?), celle de Krohn pour la *Syllis vivipara* ne laissent aucun doute qu'il ne s'agisse d'une viviparité véritable, et ces espèces sont très probablement unisexuées. Jusqu'à preuve du contraire, il y a lieu de considérer cette viviparité comme normale. Ces deux faits, qui mériteraient d'être

---

(¹) Nous laissons en dehors de cette liste le cas de *Marphysa sanguinea*, signalé par Koch. Les embryons que cet auteur a vu sortir de l'Annélide étaient des *Lumbriconereis*, et il y a tout lieu de croire, comme l'ont déjà dit plusieurs auteurs, qu'il s'agit là des embryons d'une Annélide parasite interne de la Marphyse; de Saint-Joseph a, depuis, augmenté la vraisemblance de cette interprétation, en décrivant un Eunicien (*Labrorostratus parasiticus*) parasite interne de divers Syllidiens.

étudiés de nouveau, seraient les plus analogues à celui que nous signalons.

» Il est intéressant de constater que les cas de viviparité se révèlent jusqu'ici dans des familles présentant soit de l'épitoquie, soit de la scissiparité. Peut-être ont-ils là une extension assez considérable, et nous attirons sur eux l'attention des zoologistes ([1]). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'impression tactile due au contact d'une succession de reliefs représentant un objet mobile dans ses différentes positions.* Note de M. **Dussaud**, présentée par M. Léauté.

« Je me suis proposé d'étudier l'impression produite en faisant passer plus ou moins vite au contact des doigts une série de reliefs représentant un objet mobile dans ses différentes positions successives.

» Ces reliefs, tous de même dimension, sont produits à la suite les uns des autres sur une même bande passant juste au-dessous d'une ouverture égale à l'un d'eux. Un mécanisme permet de faire succéder très brusquement un relief à un autre et de laisser chacun d'eux immobile juste au-dessous de l'ouverture égale à l'un d'eux, pendant un laps de temps facultatif.

» De cette façon, j'ai pu étudier les sensations tactiles au point de vue du temps nécessaire à leur production plus ou moins bien définie, à la durée de leur persistance et à leur susceptibilité d'éducation.

» En effet, avec de l'exercice, on reconnaît assez vite un relief et, comme on ne se rend pas compte de la substitution du relief suivant à cause du changement qui est très brusque, on a l'impression que l'objet représenté est en mouvement. Ce dispositif permet à des personnes, de tout temps privées de la vue, de s'exercer à acquérir la notion du mouvement et du déplacement des choses comme, par exemple, le déferlement de la vague, le balancement des branches, le vol des oiseaux, etc. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

([1]) Nous exposerons plus complètement ces faits dans un Mémoire *in extenso*, actuellement sous presse dans les *Annales de l'Université de Lyon*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 octobre 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Tome XV. Octobre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Septembre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. Poincaré, Président; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres, R. Radau. Tome XV. Octobre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré. Tome quatrième. Année 1898. Fasc. n° 3. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-4°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Tome CXXXVIII. Août 1898. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. Troisième série. Tome vingt-cinquième. N° 9. Paris, 1897; 1 vol. in-8°.

Exploration internationale des régions polaires, 1882-83 et 1883-84. *Expédition polaire finlandaise.* Helsingfors, 1886; 3 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 OCTOBRE 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations sur la transformation supposée de la graisse en glycogène;* par **M. Berthelot**.

« J'ai lu avec beaucoup d'intérêt la Note présentée dans la dernière séance par notre excellent confrère, M. Bouchard. Il a constaté ce fait important que l'homme et le chien, dans certaines conditions, peuvent augmenter de poids, d'une façon transitoire, pendant une période de leur existence où ils ne consomment aucun aliment; ce fait doit être rapproché des observations analogues déjà faites sur les animaux hibernants. Notre confrère l'attribue avec raison à une absorption d'oxygène, accumulé dans l'économie, sans que son poids soit compensé par une perte égale, sinon plus grande, due aux excrétions, et notamment aux produits gazeux, tels que l'acide carbonique et la vapeur d'eau, éliminés tant par la surface cutanée que par la surface pulmonaire.

» Il s'agit de savoir sous quelle forme cet oxygène entre en combinaison avec les principes immédiats de l'économie : c'est sur ce point que je demande à notre confrère la permission de lui soumettre quelques remarques, en réponse à l'appel que son travail semble faire aux opinions des chimistes, et de justifier les doutes soulevés, non certes sur les faits annoncés, mais sur des interprétations, déjà mises en avant par d'autres personnes, quoique fondées seulement sur des calculs incertains. Il importe de ne pas solidariser les découvertes remarquables faites par les physiologistes dans ce domaine, avec les conjectures relatives à l'oxydation spécialisée des principes immédiats, et à l'origine du glucose et du glycogène dans l'économie.

» En principe, quel que soit le processus suivi dans l'organisme d'un adulte à l'état de santé parfaite, il est certain qu'aucune classe de principes ne s'y accumule indéfiniment : dès lors une fixation momentanée d'oxygène ne saurait résulter que de la formation de produits transitoires. Ce sont ces produits qu'il convient de rechercher parmi les trois groupes : albuminoïdes, graisses, hydrates de carbone, ou les combinaisons réciproques des dérivés d'un groupe avec les dérivés des autres.

» Est-il vrai d'abord que les albuminoïdes existant au sein de l'économie doivent être mis hors de cause dans les fixations d'oxygène? Je ne connais aucun fait qui autorise une semblable opinion. Au contraire, il est établi que les albuminoïdes, tout en éprouvant divers dédoublements et réactions, mal connues d'ailleurs, subissent des oxydations graduelles et aboutissent à la formation de composés incomplètement brûlés, tels que les corps de la série urique et l'urée, lesquels sont nécessairement des produits d'oxydation directe ou indirecte : je veux dire que les albuminoïdes peuvent être, soit oxydés en bloc, puis dédoublés par hydratation en nouveaux principes susceptibles à leur tour d'oxydations ultérieures; soit dédoublés d'abord par hydratation, en principes oxydables individuellement; soit dédoublés et oxydés dans la même réaction et d'un seul coup. Dans tous les cas, l'azote du composé initial demeure ainsi uni à peu près en totalité avec une portion du carbone primitif et de l'oxygène fixé, sous la forme de produits successifs et finalement d'urée et corps congénères. Soit une oxydation finale, aboutissant, bien entendu, à l'urée, et admettons que l'urine d'un homme soumis à une alimentation mixte élimine en vingt-quatre heures 15^{gr} à 16^{gr} d'azote sous cette forme; cette élimination représente la destruction de 100^{gr} environ de principes albuminoïdes (secs), ces principes étant empruntés, soit directement aux aliments, soit aux maté-

riaux usés de l'économie, que ces aliments viennent reconstituer. Ce poids d'albuminoïdes prendra à l'air extérieur, dans ces conditions d'oxydation complète, 157^{gr} d'oxygène, en éliminant 166^{gr} d'acide carbonique. Or, l'acide carbonique produit renfermant seulement 114^{gr} d'oxygène, il y a en réalité 43^{gr} d'oxygène fixés dans ces conditions d'oxydation supposée complète avec urée, en admettant qu'il n'y ait pas excrétion d'urée. Malgré cette fixation, il y aurait, en définitive, une perte de poids de $166 - 157$, c'est-à-dire de 9^{gr} par jour, soit $0^{gr},6$ environ par heure.

» Ceci suppose, je le répète, une oxydation complète, avec urée; mais, si l'on fait intervenir la production de l'acide urique, de l'acide hippurique et celle des produits azotés ou non d'oxydation moins avancée des albuminoïdes, il sera facile de construire *a priori* des équations, en vertu desquelles ces produits, joints à l'eau retenue dans le corps humain, représenteraient un accroissement de poids correspondant à la fixation momentanée de 20^{gr} ou de 40^{gr} d'oxygène, sur le poids considérable qui répond à l'ensemble des principes albuminoïdes constitutifs du corps humain.

» Tâchons de préciser davantage. Ce qui fait la difficulté de ce genre d'études, c'est l'ignorance où nous sommes de la nature des produits intermédiaires de transformation des albuminoïdes dans l'économie. On peut admettre qu'il s'y forme, au début des oxydations, soit des composés de l'ordre des oxyprotéine sulfonée et peroxyprotéine de Maly, soit des dérivés par dédoublement, tels que les glucoprotéines, les leucéines et autres corps étudiés avec tant de persévérance par Schützenberger, corps susceptibles d'oxydation ultérieure ou simultanée avec le dédoublement même. C'est dans cet ordre de composés qu'il conviendrait, à mon avis, de rechercher l'une des sources des fixations d'oxygène observées par M. Bouchard; et j'ajouterai l'origine de la formation du glucose et du glycogène dans l'économie : peut-être même, conjointement avec les hydrates de carbone et les corps gras venus des aliments, l'origine de la formation des graisses. Pour nous borner aux fixations d'oxygène, on doit remarquer que la production de l'oxyprotéine résulte de l'addition de 3 centièmes d'oxygène avec l'albumine, et celle de l'acide peroxyprotéique résulte de l'addition de 14 centièmes d'oxygène. Pour 40^{gr} d'oxygène fixé sur le corps humain à l'état d'oxyprotéine, cela ferait 1200^{gr} d'albuminoïde oxydé partiellement; si c'était à l'état de peroxyprotéine, 300^{gr} seulement, sans qu'il soit nécessaire de supposer, d'après les équations de transformation admises, une production d'acide carbonique. Ces poids représentent, après tout, des fractions peu considérables du poids

total des principes albuminoïdes, mis en contact avec le sang par la circulation pendant une heure.

» Le glucose et le glycogène sont également susceptibles de fixer de l'oxygène par degrés ménagés, jusqu'à la formation de l'acide oxalique, par exemple, sans produire de composés gazeux. Mais leur proportion est si faible dans l'économie que cette fixation ne saurait rendre compte d'un accroissement de poids tel que 40^{gr} en une heure. En effet, le poids du glucose libre constaté dans les analyses ne surpasse guère 20^{gr} pour la totalité du corps humain, et celui du glycogène lui est probablement inférieur. Rappelons que les chimistes admettent en général que ce glucose et ce glycogène dérivent principalement des albuminoïdes; guidés, non par des considérations purement conjecturales, mais par des inductions tirées de la présence dans l'organisme de certains principes albuminoïdes formant transition, et qui produisent du glucose par des procédés de laboratoire, tels que la chondrine chez les Vertébrés, et la chitine chez les Insectes et les Crustacés.

» L'oxydation des corps gras contenus dans l'économie pourrait être invoquée à juste titre. Déjà l'oxydation totale de la stéarine, $C^{57}H^{110}O^{6}$, déterminerait un accroissement de poids, conformément à la remarque de M. Bouchard. Pour que cet accroissement atteignît à 40^{gr}, il devrait porter sur 356^{gr} des corps gras, dose fort considérable. En outre, il exigerait le dégagement simultané d'un kilogramme environ d'acide carbonique, dose inacceptable pour un phénomène constaté au bout d'une heure, car elle égale ou surpasse le poids de l'acide carbonique dégagé par l'homme en vingt-quatre heures. Ce n'est donc pas de ce côté, comme le fait justement observer notre confrère, que l'explication peut être cherchée; mais ce n'est pas une raison pour exclure une simple oxydation des corps gras.

» En effet, les corps gras contenus dans l'économie sont également susceptibles de s'oxyder, sans dégager de gaz. C'est ce qui arriverait, notamment, dans une oxydation changeant l'acide stéarique, $C^{18}H^{36}O^{2}$, soit en acide oléique $C^{18}H^{34}O^{2} + H^{2}O$, ou bien encore l'acide $C^{16}H^{32}O^{2}$ (ancien acide margarique) en un acide polybasique de même richesse en carbone, homologue de l'acide oxalique; par exemple

$$C^{16}H^{32}O^{2} + O^{3} = C^{16}H^{30}O^{4} + H^{2}O.$$

» Au lieu d'envisager l'acide stéarique ou margarique, on pourrait mettre en jeu la stéarine ou la margarine et, au besoin, l'oxydation de la glycérine, dont l'association à ces acides les constitue.

» Pour 40^{gr} d'oxygène fixé, 200^{gr} seulement des corps gras seraient ainsi transformés : ce qui n'a rien d'excessif. La fixation est de 20 pour 100 du poids du corps gras. C'est à des phénomèmes de cet ordre que l'on serait autorisé à attribuer, à la rigueur, les augmentations de poids de certains animaux nourris de graisse par M. Bouchard, augmentation qui n'a pas dépassé quelques centièmes du poids de la graisse ingérée. De telles oxydations n'ont rien d'invraisemblable; car les corps gras soumis à une oxydation spontanée lente sont susceptibles d'éprouver des réactions de cet ordre, comme le montre l'analyse que j'ai faite des corps gras renfermés dans un flacon trouvé dans une nécropole près de Reims (¹).

» Quant à la transformation de la graisse en glucose et en glycogène, elle peut se faire sur le papier en vertu d'un nombre illimité de réactions; c'est un problème indéterminé dont j'ai donné le calcul général et exact dans un Mémoire *Sur la glucogénèse et la thermogénèse dans l'économie* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. XI, p. 557). M. Bouchard emprunte l'une de ces formules particulières, qu'il n'y a d'ailleurs aucune raison de préférer aux autres. D'après la solution la plus simple que j'ai donnée, laquelle suppose tout le carbone des corps gras changé en glucose sans dégagement d'aucun gaz, on obtiendrait pour 0,881 d'oxygène fixé : $1^{gr},921$ de glucose, ou $1^{gr},729$ de glycogène; c'est-à-dire sensiblement le double du poids de l'oxygène fixé : c'est le maximum.

» Loin d'expliquer la formation des sucres par une oxydation des corps gras (²), ce sont au contraire, dans les réactions connues des chimistes, les corps gras qui prennent naissance aux dépens des sucres : l'acide butyrique par exemple, dans une fermentation bien connue; dans certaines autres, les alcools gras, $C^nH^{2n}+H^2O$, générateurs des acides gras par oxydation. L'acide lévulique, produit normal du dédoublement des sucres par voie purement chimique, se rattache pareillement à l'acide oxyvalérique.

» Sans doute, *a priori*, tout est possible. Mais avant d'admettre la réalité d'une réaction qui change les acides gras de la graisse en sucre, les chimistes sont autorisés à en réclamer la démonstration : je veux dire, dans le

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XII, p. 448.

(²) J'en excepte le changement en sucre du dixième du poids d'un corps gras neutre, susceptible de fournir les éléments de la glycérine : changement que j'ai constaté en 1857 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. L, p. 369) dans des conditions de fermentation de la glycérine; mais il ne se rattache pas aux acides gras eux-mêmes.

cas présent, la preuve qu'il se serait formé en une heure 80gr de glycogène additionnel dans l'économie, humaine dose probablement beaucoup plus grande que celle qui existe dans l'état normal.

» Il doit être possible de constater chez un animal un accroissement de glycogène de cet ordre.

» On est en droit d'ailleurs, et *a fortiori*, de réclamer la même démonstration des physiologistes qui admettent que l'accroissement de poids des animaux hibernants est attribuable à la transformation de leur graisse en glucose et glycogène. La graisse disparaît en fait et le glucose augmente pendant l'hibernation. Mais ces animaux renferment de 20 à 40 centièmes de leur poids de graisse, au début de cette période de leur existence : il serait dès lors nécessaire de constater une formation de glucose ou de glycogène de cet ordre de grandeur, simplement pour rendre compte de la conservation du poids de l'animal. La grande sensibilité des réactions du glucose, qui permet d'en accuser les moindres traces, a causé bien des illusions à cet égard sous le rapport quantitatif; or il s'agit ici de quantités énormes; il faut les prouver.

» En somme, d'après l'ensemble des relations exposées dans la présente Note, et jusqu'à ce que les expériences et dosages que nous réclamons aient été exécutés, il paraît plus vraisemblable de rechercher la permanence de poids de l'animal hibernant dans une oxydation partielle des albuminoïdes, avec formation de produits spéciaux.

» Une dernière remarque pour terminer et préciser le problème soulevé par la Communication si intéressante de M. Bouchard. La fixation de 40gr d'oxygène en une heure sur le corps humain représente sensiblement la totalité de l'oxygène absorbé en moyenne par un homme adulte pendant cet intervalle. En outre, pour que son poids s'accrût de cette quantité, il faudrait qu'il n'exhalât ni acide carbonique, ni vapeur d'eau : ce qui n'est guère admissible dans les conditions où un tel accroissement de poids est observable. Il paraît donc nécessaire que la respiration soit beaucoup plus active à ce moment que dans l'état moyen, et cependant que le coefficient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$ soit considérablement abaissé. Ce sont là des données accessibles à l'observation.

» Je ne voudrais pas que l'on se méprît sur la pensée de ces observations. Elles n'ont d'autre but que d'appeler l'attention sur les problèmes chimiques que les nouvelles découvertes soulèvent et de suggérer l'orientation des observations et expériences qui en donneront l'interprétation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés de l'azoture de calcium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Les azotures de baryum et de strontium ont été le sujet d'un travail de M. Maquenne. En partant des amalgames de ces métaux, et en les chauffant dans l'azote, M. Maquenne put obtenir des azotures de baryum et de strontium, mais il n'a pas préparé l'azoture de calcium ([1]).

» Nous avons indiqué précédemment comment on pouvait obtenir le calcium cristallisé ([2]). En plaçant un échantillon de ce métal au milieu d'une atmosphère d'azote pur et sec, le calcium, à froid, ne change pas d'aspect.

» Mais si l'on élève un peu la température, il se produit tout d'abord une lente absorption du gaz azote à laquelle correspond un changement de couleur du métal. De blanc brillant qu'il était, le calcium devient d'un jaune de bronze qui ne tarde pas à foncer. Ce fait nous explique pourquoi les alliages de calcium, que l'on regardait jusqu'ici comme étant ce métal, présentaient tous une teinte plus ou moins jaune. La coloration jaune du calcium impur était due à de l'azoture.

» Si l'on continue à élever la température, la couleur fonce encore et, dès qu'on atteint le rouge naissant, la combinaison se fait avec incandescence. Le calcium brûle dans l'azote, et l'absorption de ce dernier gaz est

---

([1]) Sur ce sujet M. Maquenne s'exprime ainsi :

« Quant à l'amalgame de calcium, il est fort difficile à obtenir à cause du peu d'affinité de ses composants : l'air et l'eau l'oxydent avec une extrême rapidité, et je n'ai pu ainsi avoir, en partant de plusieurs kilogrammes de mercure, que quelques décigrammes d'amalgame de calcium solide qui présentait encore les mêmes apparences que les amalgames riches de baryum et de strontium. » Et plus loin : « En distillant au rouge cerise, dans un courant d'azote, quelques décigrammes d'amalgame riche de calcium, on a obtenu une matière amorphe, de couleur grisâtre, qui ne présentait aucune trace de fusion, mais qui, dans l'eau, s'est décomposée avec bruissement et dégagement d'ammoniaque. » [Maquenne, *Sur quelques propriétés des métaux alcalino-terreux* (*Annales de Chimie et de Physique,* t. XXIX, 6e série, p. 215; année 1893].

([2]) *Sur la préparation du calcium pur et cristallisé* (*Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 1753).

très rapide. En opérant dans un tube de verre de Bohême, on obtient une matière de couleur de bronze. Cette couleur est plus foncée s'il reste dans le composé une petite quantité de métal non transformé.

» D'un autre côté, si l'azote n'est pas absolument pur et s'il contient de l'oxygène ou de l'hydrogène, la couleur de l'azoture est beaucoup plus claire et peut devenir jaune plus ou moins foncé.

» Pour bien réussir cette préparation, le mieux est de placer le calcium dans une nacelle de nickel au milieu d'un tube de même métal. L'appareil est traversé par un courant d'azote pur et sec. On chauffe le tube de nickel au moyen d'un chalumeau à air comprimé, et, après l'expérience, il reste, dans la nacelle, une matière frittée de couleur marron foncé, rappelant la couleur de l'azoture de titane.

» La durée de la chauffe doit être de deux heures au moins pour que la transformation soit complète.

» *Propriétés.* — Si l'on examine au microscope l'azoture de calcium préparé dans un tube de nickel, on y trouve de petits cristaux transparents de couleur jaune brun. La masse présente aussi des parties fondues, ce qui indique un point de fusion se rapprochant de 1200°.

» La densité de l'azoture de calcium est de 2,63 à + 17°.

» Chauffé dans l'hydrogène même, au-dessus du rouge sombre, il commence à se transformer en hydrure en dégageant du gaz ammoniac. En même temps, sa teinte devient de plus en plus claire et, si l'on élève la température, la quantité d'hydrure augmente.

» Le chlore décompose avec beaucoup d'énergie l'azoture de calcium poreux. La réaction se produit à froid ou sous l'action d'une faible élévation de température. Il se fait une incandescence très vive avec formation de chlorure de calcium dont une partie est volatilisée, grâce au dégagement de chaleur produit par la réaction. La vapeur de brome, dans les mêmes conditions, réagit également avec incandescence. La combinaison est encore très vive avec la vapeur d'iode, mais il est nécessaire d'élever la température de l'azoture jusqu'au rouge sombre.

» La combustion de l'azoture de calcium dans l'air a lieu avec incandescence. Dans un courant d'oxygène, elle commence au-dessous du rouge, dégage une grande quantité de chaleur et, une fois allumée en un point, continue à se produire sans qu'il soit besoin de chauffer. La vapeur de soufre attaque l'azoture de calcium vers 500°. Il se produit du sulfure de calcium fondu.

» Dans la vapeur de phosphore, l'azoture de calcium devient incandescent au rouge cerise et se transforme entièrement en phosphure de calcium.

» Le bore et le silicium sont sans action à la température de 1000°.

» Nous avons pulvérisé finement de l'azoture de calcium, et nous l'avons mélangé intimement avec du noir de fumée, pur et sec. Ce mélange a été maintenu pendant quinze minutes à une température de 800°. Après refroidissement, l'azoture n'avait pas changé d'aspect, il ne renfermait ni cyanure, ni carbure de calcium. Cela tient vraisemblablement à ce que, dans cette réaction, nous n'atteignons pas le point de fusion de l'azoture.

» Au contraire, lorsque l'on chauffe trois minutes (950 ampères, 45 volts) de l'azoture de calcium, dans un creuset de graphite, à la température du four électrique, on obtient après l'expérience une masse fondue qui est formée de carbure de calcium pur. La transformation, dans ce cas, est donc totale et l'on ne rencontre pas de cyanure qui ne peut exister à cette température élevée.

» Le cyanure peut se produire, cependant, dans des conditions intermédiaires. Nous en avons obtenu une petite quantité en chauffant un mélange d'azoture de calcium et de charbon dans une atmosphère de gaz azote à la température de 1200°.

» Le sodium, le potassium et le magnésium ne réagissent pas au rouge sur l'azoture de calcium. Ces expériences ont été faites dans le vide.

» L'azoture de calcium s'oxyde lentement dans un courant de bioxyde d'azote au-dessous du rouge sombre. Si l'on élève la température en un point, la réaction devient alors violente et complète; il y a incandescence, production de chaux vive et d'azote.

» Les acides chlorhydrique, sulfurique et azotique étendus attaquent l'azoture de calcium à froid avec formation de sels de calcium et d'ammonium. Mais en l'absence de l'eau, ces décompositions ne se produisent plus. L'acide sulfurique, exactement monohydraté, est sans action, même à sa température d'ébullition. Il en est de même de l'acide azotique.

» L'alcool anhydre ne réagit pas d'une façon instantanée à froid ou à sa température d'ébullition. Après vingt-quatre heures en tube scellé, même à la température ordinaire, on voit une réaction se produire. L'azoture se délite en fournissant un dépôt volumineux, amorphe, de couleur blanche. Pendant la réaction, il ne s'est dégagé aucun gaz. L'alcool en excès, décanté, ne renferme que du gaz ammoniac. Le résidu est chauffé dans le tube même à 100°. Il reste une matière solide blanche qui se décompose au

contact de l'eau avec dégagement de chaleur et en augmentant de volume. Elle donne de l'hydrate de chaux et la partie liquide filtrée renferme de l'alcool qu'il est facile de caractériser. L'azoture de calcium réagit donc sur l'alcool anhydre en fournissant de l'éthylate de calcium,

$$6C^2H^5OH + Ca^3Az^2 = 3(C^2H^5O)^2Ca + 2AzH^3 \text{ (1)}.$$

» Le chlorure d'éthyle est lentement décomposé au rouge sombre par l'azoture de calcium. Il se produit du chlorure de calcium, un peu de carbure, et il reste un gaz combustible brûlant dans l'eudiomètre, en présence d'un excès d'oxygène, en fournissant son propre volume d'acide carbonique. Ce gaz peut être considéré comme du méthane. Pendant la réaction, qui a été faite dans une cloche courbe de verre, il s'est formé un sublimé blanc d'un chlorure donnant, avec le réactif de Nessler, la réaction des sels ammoniacaux.

» Nous ferons remarquer que les réactions précédentes se sont produites avec une énergie très grande parce que nous avons employé un azoture de calcium poreux très facilement attaquable.

» La réaction la plus caractéristique de l'azoture de calcium est celle qu'il fournit au contact de l'eau. Projeté, en effet, dans de l'eau froide, l'azoture de calcium se décompose aussitôt avec une vive effervescence. Il se produit une grande quantité de gaz ammoniac qui entre de suite en solution dans l'eau, en même temps qu'il se forme de l'hydrate de chaux,

$$Az^2Ca^3 + 6HO = 2AzH^3 + 3Ca(OH)^2.$$

Il est assez curieux de rapprocher ce composé de l'hydrure et du carbure de calcium qui décomposent de même l'eau froide avec la plus grande énergie.

» Nous pensons que ce nouveau composé pourra, peut-être, s'obtenir industriellement, le jour où l'on saura produire la décomposition de la chaux vive au four électrique de façon à en dégager le calcium, soit à l'état de liberté, soit sous forme d'alliage : il sera facile de le combiner ensuite au gaz azote que l'industrie sait produire très économiquement. Dès lors, la production de l'ammoniaque par l'azote atmosphérique se trouvera résolue.

---

(1) Nous reviendrons sur ce sujet à propos de l'action du calcium sur l'alcool anhydre.

» Cette question présente encore de grosses difficultés, mais son étude, selon nous, mérite d'être poursuivie.

» *Analyse*. — Les analyses 1, 2 et 3 ont été faites de la façon suivante :

» Un poids déterminé de calcium pur était placé dans une nacelle de nickel et porté à une température d'au moins 1200° dans un courant d'azote exempt de toute trace d'hydrogène. La nacelle était pesée ensuite et l'augmentation du poids donnait la quantité d'azote fixée sur le calcium. On décomposait enfin l'azoture par l'eau, de façon à s'assurer s'il ne restait pas de métal libre qui produirait, dans ce cas, un dégagement d'hydrogène. L'expérience n° 3 ne nous a pas donné d'hydrogène. Les expériences 1 et 2 en ont fourni $5^{cc},4$ et $10^{cc},1$. Dans le cas où le composé renferme encore du calcium libre, on déduit le poids de ce calcium libre, d'après le volume d'hydrogène recueilli, et on le soustrait du poids primitif de métal employé. On obtient ainsi le poids du calcium entré en combinaison et celui de l'azote fixé. L'analyse n° 4 a été faite en décomposant un poids donné d'azoture par l'eau sur la cuve à mercure. On a recueilli l'hydrogène qui nous a donné le poids du calcium resté libre dans le composé, puis on a dosé l'ammoniaque et la chaux formées :

	1.	2.	3.	4.	Théorie. pour Az^2Ca^3.
Azote........	18,37	18,21	18,81	18,17	18,92
Calcium.....	81,63	81,79	81,19	80,49	81,08

» Cet azoture a pour formule Az^2Ca^3 ; il a donc la même composition que les azotures obtenus par M. Maquenne.

» *Conclusions*. — En résumé, le calcium se combine à l'azote au rouge sombre avec incandescence. Lorsque cette réaction se produit vers 1200°, le composé obtenu est cristallisé, il répond à la formule Az^2Ca^3. Il présente un certain nombre de réactions très vives avec le chlore, le brome, l'iode, l'oxygène, le soufre et le phosphore. Il est détruit par le carbone à haute température. Avec l'alcool anhydre, il fournit de l'ammoniaque et de l'éthylate de calcium. Il possède la propriété de se décomposer au contact de l'eau froide en fournissant de l'ammoniaque. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Ed. Knuchell adresse, de Neuchâtel (Suisse), un Mémoire relatif à une « Méthode curative de la lèpre et autres maladies infectieuses ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *A. Wassiliev* intitulé : « P.-L. Tchebychef et son œuvre scientifique ». (Présenté par M. Em. Picard.)

M. le **Secrétaire perpétuel**, en déposant sur le Bureau, au nom de M. Venukoff, le Tome LV des Mémoires de la Section topographique de l'État-Major général de Russie, communique la Note suivante de M. *Venukoff*, sur les résultats des travaux géodésiques russes en Mandchourie :

« La construction du chemin de fer transmandchourien a obligé les géodésiens russes d'exécuter deux séries de travaux astronomiques en Mandchourie, au nord-ouest et au sud-est de ce pays. La première série contient huit positions géographiques, déterminées par M. Stchetkine ; la seconde, treize paires de coordonnées géodésiques, déterminées par M. Polianovsky. Voici les résultats numériques :

I. — *Nord-ouest du pays* (M. Stchetkine).

	Latitude nord.	Longitude est de Greenwich.
1. Kaïlar, ville; une chapelle en pierre	49°.14'.29",5	119°.44'.14",6
2. Tching-gol, colonne au bord de la rivière	48.58. 7,0	119.56. 4,7
3. Dralynan-obo, colline	48.51. 3,1	120.15.33,2
4. Goldon, rivière, son croisement avec la route	48.45. 2,6	121. 2.50,4
5. Mendoukey, station des postes chinoises	48.59.31,8	121.11.32,1
6. Le Grand-Khingan, sommet du passage	48.48.48,3	121.42.44,9
7. Ilan-obo, relais des postes	48.37.47,8	122. 5.50,2
8. Merghèle, sommet d'une colline	?	119.40.58,8

II. — *Sud-est du pays* (M. Polianovsky).

	Latitude nord.	Longitude est de Greenwich.
1. Poteau O de la frontière chino-russe	44. 3.53,4	131.18.29,7
2. Wanlougou, temple sur la montagne	44. 9.54,1	131. 9.10,6
3. Padahézé, corps de garde chinois	44.16.54,3	131. 9.10,6
4. Siao-Souïfoun, corps de garde chinois	44.25.29,6	130.53.25,2
5. Taïping-ling, passage dans les montagnes	44.32.40,3	130.36.28,5
6. Moulinhé, ferme de Soumfou	44.35.33,6	129.20.45,3
7. Chitomiaou, corps de garde chinois	44.34.14,9	129.59.42,0
8. Takénza, ferme d'Oulossane	44.33.18,6	129.49.24,6

	Latitude nord.	Longitude est de Greenwich.
9. Ningouta, ville; temple Uovanmou............	44°.20'.33",4	129°.29'.17",7
10. Chikho, village; maison du maire Foun.......	44.30.20,0	129.16.19,6
11. Lantchikhéou, station des postes.............	44.14.42,0	129.14.34,8
12. Salindjan, ferme de Sondihé..................	44.10.12,0	128.59. 7,5
13. Yertchjan, station des postes................	43.58. 7,6	128.45. 0,3

» Au XVIIIe siècle, les missionnaires catholiques attribuaient à Ningouta 44°24′ latitude nord et 129°41′ longitude est Greenwich : c'était assez bien pour l'époque. Les autres déterminations sont récentes. »

ASTRONOMIE. — *Observations de l'essaim des Perséides, faites à Athènes.* Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. Lœwy.

« Les observations de l'essaim des Perséides ont été faites, cette année, à Athènes, par un temps très beau, pendant quatre soirées de suite, du 9 au 12 du mois d'août; la Lune, âgée de 22-25 jours a empêché un peu ces observations.

» Le 9 août, on a compté, depuis $10^h 47^m$ (temps moyen d'Athènes) jusqu'à environ minuit, 11 étoiles filantes; après minuit, l'observation a été gênée par la présence de la Lune. Les trajectoires de ces météores, tracées par notre aide, M. Terzakis, sur une carte préparée exprès, donnent quatre points radiants, dont les coordonnées uranographiques sont les suivantes :

$$\alpha = 41°,\quad \alpha = 34°,\quad \alpha = 47°,\quad \alpha = 42°;$$
$$\delta = 56°,\quad \delta = 51°,\quad \delta = 54°,\quad \delta = 58°.$$

» La couleur des météores était, en général, jaune rougeâtre; deux d'entre eux étaient brillants et lents, tandis que les autres étaient, au contraire, faibles et rapides.

» Le 10 août, on a observé, depuis $10^h 24^m$ jusqu'à $15^h 59^m$ (temps moyen d'Athènes), soit dans l'espace de cinq heures trente-cinq minutes, 202 étoiles filantes; la présence de la Lune a empêché un peu les observations; sans elle, le chiffre serait certainement plus grand encore. D'après ces données on a, pour cette soirée, 36 étoiles filantes par heure; le matin la chute a été plus riche que le soir. La couleur de ces météores aussi était jaune rougeâtre; leur vitesse, la plupart du temps, assez grande. Les trajectoires de plusieurs de ces météores, tracées sur une carte, donnent, de même que les précédentes, au lieu d'un, plusieurs points de divergence, dont les coordonnées sont les suivantes :

$$\alpha = 42°,\quad 32°,\quad 32°,\quad 33°,\quad 37°,\quad 47°,\quad 48°,\quad 50°;$$
$$\delta = 56°,\quad 34°,\quad 38°,\quad 56°,\quad 52°,\quad 53°,\quad 57°,\quad 58°.$$

» Le 11 août, le nombre des météores tombés a diminué considérablement; depuis $9^h 30^m$ jusqu'à minuit, soit dans l'espace de deux heures trente minutes, on n'a observé que 17 étoiles filantes; presque tous ces météores étaient faibles, de couleur jaune rougeâtre et d'une grande vitesse. Les trajectoires de ces étoiles filantes, tracées sur une carte, donnent trois points radiants, dont les coordonnées sont

$$\alpha = 34^\circ, \quad \alpha = 39^\circ, \quad \alpha = 36^\circ;$$
$$\delta = 49^\circ, \quad \delta = 50^\circ, \quad \delta = 58^\circ.$$

» Le 12 août on n'a vu aucun météore jusqu'à minuit.

» En 1897, le 10 août, nous avions observé depus $8^h 39^m$ jusqu'à $11^h 22^m$, soit dans l'espace de deux heures trente et une minutes, 31 étoiles filantes; la Lune, âgée de 12 jours, entravait beaucoup les observations et l'on ne voyait alors que les étoiles jusqu'à la 4e grandeur. Les trajectoires de ces météores, tracées sur une carte par MM. Terzakis et Hazapis, donnent deux points radiants, dont les coordonnées sont

$$\alpha = 42^\circ, \quad \alpha = 47^\circ;$$
$$\delta = 56^\circ, \quad \delta = 58^\circ.$$

Il est à remarquer que le point radiant principal a été, en 1897, ainsi qu'en 1898, celui dont les coordonnées sont $\alpha = 42^\circ$, $\delta = 56^\circ$, situé près de η Persée, et que cette radiation n'a pas été observée le 11 août. En outre, les radiations déterminées le 10 août 1897 se retrouvent, toutes les deux à la même date en 1898, tandis que quelques-unes, observées le 9 et le 11 août, ne figurent pas parmi les radiations du 10 août 1898, jour du maximum. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'intégration du problème restreint des trois corpsavec la première puissance de la masse troublante.* Note de MM. **J. Perchot** et **W. Ebert**, présentée par M. Appell.

« Nous considérons le mouvement d'un corps de masse nulle dans le plan de l'orbite de Jupiter, supposée circulaire. Soient : 1 la masse du Soleil, m celle de Jupiter, d la distance constante de Jupiter au Soleil et n son moyen mouvement; r et ρ les distances de la masse nulle au Soleil et à Jupiter, x_1 et x_2 ses coordonnées par rapport à un système d'axes mobiles ayant leur origine au Soleil et dont l'axe des x_1 passe par Jupiter. En choisissant l'unité de temps de façon que la constante de Gauss soit égale à 1,

les équations du problème sont

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2 x_1}{dt^2} - 2n\dfrac{dx_2}{dt} - n^2 x_1 = \dfrac{dV}{dx_1} - \dfrac{m}{a^2}, \\ \dfrac{d^2 x_2}{dt^2} + 2n\dfrac{dx_1}{dt} - n^2 x_2 = \dfrac{dV}{dx_2}, \end{cases} \qquad V = \frac{1}{r} + \frac{m}{\rho}.$$

» Nous posons

$$(2)\quad \begin{cases} x'_1 = \dfrac{dx_1}{dt}, \quad x'_2 = \dfrac{dx_2}{dt}; \quad y_1 = x'_1 - nx_2, \quad y_2 = x'_2 + nx_1, \\ F = \dfrac{1}{2}(y_1 + nx_2)^2 + \dfrac{1}{2}(y_2 - nx_1)^2 - \dfrac{1}{2}n^2(x_1^2 + x_2^2) - V + \dfrac{mx_1}{d^2} = \alpha. \end{cases}$$

» Les variables x_1, x_2; y_1, y_2 sont déterminées par le système canonique

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = \dfrac{dF}{dy_1}, \quad \dfrac{dx_2}{dt} = \dfrac{dF}{dy_2}, \\ \dfrac{dy_1}{dt} = -\dfrac{dF}{dx_1}, \quad \dfrac{dy_2}{dt} = -\dfrac{dF}{dx_2}. \end{cases}$$

» Considérons l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{1}{2}\left(\frac{dS}{dx_1} + nx_2\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{dS}{dx_2} - nx_1\right)^2 + \frac{1}{2}n^2(x_1^2 + x_2^2) - V + \frac{mx_1}{d^2} = \alpha.$$

» Soit $S(x_1, x_2, \alpha_1, \alpha_2)$ une solution contenant, outre α_1, un autre paramètre α_2. Les intégrales du problème sont données par les équations

$$(4)\quad y_1 = \frac{dS}{dx_1}, \quad y_2 = \frac{dS}{dx_2}, \quad \frac{dS}{d\alpha} = t + \beta, \quad \frac{dS}{d\alpha_1} = \beta_1.$$

» En désignant par v la longitude héliocentrique de la masse nulle par rapport à l'axe mobile des x_1, on a

$$x_1 = r\cos v, \quad x_2 = r\sin v, \quad \rho^2 = r^2 + d^2 - 2dr\cos v.$$

$$(5)\quad \left(\frac{dS}{dr}\right)^2 + \frac{1}{r^2}\left(\frac{dS}{dv}\right)^2 - 2n\frac{dS}{dv} - 2V + \frac{2mr\cos v}{d^2} = 2\alpha.$$

» Nous intégrons d'abord cette équation en y faisant $m = 0$. Nous trouvons ainsi

$$S_0 = Av + \int dr\sqrt{-C - \frac{A^2}{r^2} + \frac{2}{r}}, \qquad 2\alpha + 2nA = -C.$$

Cette intégrale correspond à celle de Jacobi pour le mouvement elliptique rapporté à des axes fixes.

» En exprimant que le radical est réel, on obtient les limites entre lesquelles r reste compris et l'on en déduit la signification de A et C par rapport au grand axe et au paramètre de l'ellipse. On trouve ainsi, avec les notations habituelles, $C = \frac{1}{a}$, $A = \sqrt{p}$.

» Pour tenir compte de la première puissance de la masse perturbatrice, nous posons

$$S = S_0 + m\Phi(r, v),$$

et nous substituons dans l'équation (5). En négligeant les termes en m^2, nous avons

$$o = \frac{d\Phi}{dr}\sqrt{-C + \frac{2}{r} - \frac{A^2}{r^2}} + \left(\frac{A}{r^2} - n\right)\frac{d\Phi}{dv} - \frac{1}{\rho} + \frac{r\cos v}{d^2}.$$

» Nous introduisons une variable auxiliaire λ définie par

$$d\lambda = \frac{dr\left(\frac{A}{r^2} - n\right)}{\sqrt{-C + \frac{2}{r} - \frac{A^2}{r^2}}},$$

$$\lambda = \arccos \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{p}{a}}}\left(\frac{p}{r} - 1\right) + na\sqrt{-C + 2r - \frac{r^2}{a}} - \frac{n}{m}\arccos \frac{1 - \frac{r}{a}}{\sqrt{1 - \frac{p}{a}}}.$$

» Considérons une planète fictive décrivant une ellipse dont le demi grand axe et le paramètre p sont déterminés par les relations $C = \frac{1}{a}$, $A = \sqrt{p}$. Soient ϖ son anomalie vraie, E son anomalie excentrique, M son anomaile moyenne, e son excentricité, μ son moyen mouvement. Il est aisé de voir que

$$\lambda = \varpi + \frac{n}{\mu} e \sin E - \frac{n}{\mu} E + \text{const.} = \varpi - \frac{n}{\mu} M + \text{const.} = \varpi - nt + \text{const.};$$

λ est donc, à une constante près, l'angle que forment les rayons allant du Soleil à la planète fictive et à Jupiter.

» On est conduit au système d'équations différentielles

$$(7) \qquad \frac{d\lambda}{1} = \frac{dv}{1} = \frac{d\Phi\left(\frac{A}{r^2} - n\right)}{\frac{1}{\rho} - \frac{r\cos v}{d^2}},$$

qui admet les intégrales

$$b_1 = \varphi - \lambda, \quad b_2 = \Phi - \int_{\lambda_0}^{\lambda} d\lambda \left[\frac{1}{\sqrt{r^2 + d^2 - 2dr\cos(\lambda + b_1)}} - \frac{r\cos(\lambda + b_1)}{d^2} \right] \frac{1}{\frac{A}{r^2} - n}.$$

En effectuant la quadrature et en remplaçant b_1 par $\varphi - \lambda$, on obtient deux intégrales indépendantes du système (7). On en déduit une intégrale particulière de l'équation (6),

$$\Phi = \int_{\lambda_0}^{\lambda} d\lambda \left[\frac{1}{\sqrt{r^2 + d^2 - 2dr\cos(\lambda + b_1)}} - \frac{r\cos(\lambda + b_1)}{d^2} \right] \frac{1}{\frac{A}{r^2} - n}.$$

Pour avoir P, il faut substituer à λ sa valeur donnée par la formule (9), effectuer la quadrature et remplacer ensuite b_1 par $\varphi - \lambda$.

» En identifiant α_1 avec A dans (4), nous trouvons que les intégrales du problème sont

$$t + \beta = \int dr \frac{r}{\sqrt{-Cr^2 + 2r - A^2}} - 2m\frac{d\Phi}{dC},$$

$$\beta_1 = \varphi - \lambda + m\left[\frac{d\Phi}{dA} - 2n\frac{d\Phi}{dC}\right]. \text{ »}$$

ÉLECTRO-MAGNÉTISME. — *De l'énergie d'un champ magnétique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré précédemment [1] comment on devait rectifier l'expression admise de l'énergie d'un système électrisé, en tenant compte de la quantité de chaleur que le milieu prend ou cède à l'extérieur pour maintenir sa température constante pendant la charge. Une rectification analogue s'impose pour le champ magnétique. Dans le cas d'aimants permanents seuls, on est conduit, par les mêmes raisonnements, à une expression de l'énergie identique à celle du champ électrique

$$\left[U_T = \frac{1}{2}\sum MV - \frac{T}{2}\left(\frac{\partial \Sigma MV}{\partial T}\right)_M\right].$$

Je vais traiter ici directement deux autres cas.

---

[1] *De la variation de l'énergie dans les transformations isothermes. De l'énergie électrique* (*Comptes rendus,* t. CXXV, p. 699; 1897. *Journal de Physique,* 3e série, t. VII, p. 18; 1898).

» Supposons d'abord le champ produit par des courants fermés placés dans un milieu homogène ou hétérogène, de perméabilité quelconque mais indépendante du champ et sans aimantation résiduelle, de façon que le champ devienne nul quand les courants ont une intensité nulle. *L'énergie du champ magnétique* est ici, par définition, l'excès d'énergie du milieu dans l'état où les courants ont les intensités considérées sur l'état où les intensités sont nulles, toutes les autres conditions, la température en particulier, étant les mêmes.

» Cette énergie dépend de la position, de la forme, de l'intensité des courants, ainsi que de la perméabilité des diverses régions, mais ne dépend pas de la résistance des conducteurs qui règle seulement la quantité de chaleur que le milieu extérieur doit enlever pour maintenir la température constante. Pour avoir des phénomènes réversibles, nous pouvons donc supposer le cas limite où la résistance de tous les circuits serait nulle. Nous supposerons, en outre, que les courants sont fournis par un électromoteur fondé sur l'induction, placé dans chaque circuit et mis en mouvement par une force extérieure au système considéré (sa force électromotrice sera nulle en dehors de la période variable).

» Pour simplifier l'exposé, je me bornerai d'abord au cas de deux courants seulement. Soient L_1, L_2 et M les coefficients de self-induction et d'induction mutuelle de ces circuits; i_1 et i_2 les intensités au temps x des courants que nous allons faire varier depuis une valeur nulle jusqu'aux valeurs constantes I_1 et I_2. Comme pour avoir la variation d'énergie entre ces deux états peu importe les états intermédiaires, nous supposerons les circuits fixes et que i_1 et i_2 sont données par les expressions

$$\frac{i_1}{I_1} = \frac{i_2}{I_2} = 1 - e^{-ax} = z, \tag{1}$$

ce qui est toujours possible en faisant tourner avec une vitesse convenable les électromoteurs; ces relations donnent $i_1 = i_2 = 0$ pour $x = 0$ ou $z = 0$ (état initial) et $i_1 = I_1$, $i_2 = I_2$ pour $x = \infty$ ou $z = 1$ (état final). En désignant par E_1 et E_2 les forces électromotrices au temps x des deux électromoteurs, les lois de l'induction fournissent alors les relations

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} E_1 &= L_1 \frac{di_1}{dx} + M \frac{di_2}{dx} = (L_1 I_1 + M I_2) a e^{-ax} = (L_1 I_1 + M I_2) a (1 - z), \\ E_2 &= M \frac{di_1}{dx} + L_2 \frac{di_2}{dx} = (M I_1 + L_2 I_2) a e^{-ax} = (M I_1 + L_2 I_2) a (1 - z). \end{aligned} \right.$$

» Pendant le temps dx, le travail $-dW$ des forces extérieures, qui se

réduit au travail des forces nécessaires pour actionner les électromoteurs, est donné par

$$(3) \qquad -dW = (E_1 i_1 + E_2 i_2)\, dx = A z\, dz,$$

en posant, pour abréger l'écriture,

$$(4) \qquad A = L_1 I_1^2 + 2 M I_1 I_2 + L_2 I_2^2.$$

» Considérons maintenant l'état du système comme dépendant des deux variables indépendantes z et T (température absolue supposée uniforme), les intensités I_1 et I_2 étant indépendantes de T, mais les coefficients L_1, L_2, M et, par conséquent, A en dépendant, soit à cause des dilatations, soit à cause de la variation de la perméabilité avec la température. Pour une variation dz, dT, soient dQ la quantité de chaleur prise ou cédée au milieu extérieur par le système, dU la variation d'énergie et dS la variation d'entropie de celui-ci. Posons

$$(5) \qquad dQ = c\, dT + b\, dz,$$

d'où, d'après (3) et (5),

$$(6) \qquad dU = J\, dQ - dW = Jc\, dT + (Jb + Az)\, dz,$$

et, puisque les phénomènes sont réversibles,

$$(7) \qquad dS = \frac{c}{T} dT + \frac{b}{T} dz.$$

» Écrivons, à la façon habituelle, que dU et dS sont des différentielles exactes, il vient

$$(8) \qquad J \frac{\partial c}{\partial z} = J \frac{\partial b}{\partial T} + \frac{\partial A}{\partial T} z, \qquad \frac{1}{T} \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{1}{T} \frac{\partial b}{\partial T} - \frac{b}{T^2},$$

d'où par élimination

$$(9) \qquad b = -\frac{T}{J} \frac{\partial A}{\partial T} z.$$

» Ainsi b n'est pas nul en général, et l'on voit, par la relation (6), que, pour maintenir la température constante, il faut, suivant le signe de b, ou fournir de la chaleur au système ou lui en retirer quand les intensités des courants varient. Si la transformation est adiabatique, la variation de l'intensité des courants fera varier la température du milieu soumis au champ magnétique.

» D'après (6) et (9) la variation élémentaire d'énergie à température

constante dU_T est donnée par

$$dU_T = \left(A - T\frac{\partial A}{\partial T}\right) z\, dz. \tag{10}$$

D'où, pour la variation U_T de l'énergie quand chaque courant passe de l'intensité nulle à l'intensité constante, ou z de 0 à 1 :

$$U_T = \left(A - T\frac{\partial A}{\partial T}\right)\int_0^1 z\, dz = \frac{1}{2}\left(A - T\frac{\partial A}{\partial T}\right), \tag{11}$$

U_T est précisément ce qui a été appelé *l'énergie du champ magnétique*. En remplaçant A par sa valeur (4) il vient

$$U_T = \frac{1}{2}\left(L_1 - T\frac{\partial L_1}{\partial T}\right)I_1^2 + \left(M - T\frac{\partial M}{\partial T}\right)I_1 I_2 + \frac{1}{2}\left(L_2 - T\frac{\partial L_2}{\partial T}\right)I_2^2. \tag{12}$$

» Un raisonnement identique au précédent montre que, pour un nombre quelconque de courants, on a

$$U_T = \frac{1}{2}\sum\left(L - T\frac{\partial L}{\partial T}\right)I^2 + \sum\left(M_{ij} - T\frac{\partial M_{ij}}{\partial T}\right)I_i I_j. \tag{13}$$

» Supposons maintenant le cas où le champ est constitué à la fois par des aimants permanents et par des courants fermés, dans un milieu de perméabilité indépendante du champ. Le raisonnement précédent montre que la grandeur U_T donnée par les expressions (12) ou (13) représente encore ici l'accroissement d'énergie à température constante qu'éprouve le système quand les courants passent d'une intensité nulle à leurs intensités définitives. Il en résulte immédiatement que l'énergie totale du champ est la somme des énergies que donneraient les aimants s'ils étaient seuls et les courants s'ils étaient seuls. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel iodure de tungstène* [1].
Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une précédente Communication [2] nous avons indiqué les propriétés et une nouvelle préparation de l'iodure TuI^2 : nous l'obtenions en

---

[1] Travail fait au Laboratoire des Hautes Études de M. Moissan à l'École supérieure de Pharmacie.

[2] *Sur un iodure de tungstène* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 962).

faisant agir l'acide iodhydrique gazeux sec vers 400° sur l'hexachlorure de tungstène.

» Les nombreux essais que nous avons effectués pour préparer ce composé nous avaient démontré que, d'une part, le biiodure ne pouvait se former que de 350° à 400°, et que vers 500° l'acide iodhydrique gazeux sec commençait à le réduire; que, d'autre part, aux températures inférieures à 350°, le gaz iodhydrique n'agissait sur l'hexachlorure que pour donner des composés complexes, plus ou moins riches en chlore suivant la température à laquelle on opérait.

» Ces diverses considérations nous ont amené à étudier l'action de l'acide iodhydrique liquide sur le même hexachlorure préparé comme nous l'avons indiqué, dans une précédente Communication, par la méthode de M. Roscoe.

» *Préparation.* — On met au contact l'acide iodhydrique liquide en excès avec l'hexachlorure, on élève la température lentement jusqu'à 110°, on l'y maintient deux heures environ.

» La réaction terminée, on laisse refroidir et l'on fait dégager les gaz (acide iodhydrique en excès, acide chlorhydrique formé) au travers de tubes sécheurs; on en recueille une partie sur la cuve à mercure, puis dans l'eau, pour en faire l'analyse.

» La partie solide restante est chauffée dans le vide vers 50°-60° jusqu'à ce qu'il ne se sublime plus d'iode.

» *Propriétés.*— On obtient une substance noire, à aspect cristallin, qui s'altère lentement au contact de l'air. Ce tétraiodure est infusible, ne se volatilise pas sans décomposition; il est insoluble dans l'eau, qui le décompose, dans l'éther, le chloroforme, l'essence de térébenthine; il est soluble dans l'alcool absolu.

» Sa densité, prise à 18° dans l'essence de térébenthine, est de 5,2.

» L'hydrogène le réduit bien avant le rouge sombre, pour donner le métal qui est pulvérulent et qui, légèrement chauffé au contact de l'air, brûle comme de l'amadou; le chlore déplace l'iode à la température ordinaire; le brome, vers 100°.

» L'eau le décompose lentement à froid, rapidement à l'ébullition, en oxyde brun et acide iodhydrique.

» Les acides chlorhydrique et sulfurique en solution aqueuse l'attaquent rapidement à chaud; l'acide azotique et l'eau régale donnent de l'acide tungstique, avec mise d'iode en liberté.

» La potasse aqueuse ou en fusion le décompose, ainsi que les carbonates alcalins; le bisulfate de potassium fondu le dissout facilement, avec départ d'iode.

» *Analyse.* — Nous avons vu que, chauffé au contact de l'air, le tétraiodure donnait de l'iode et de l'acide tungstique; profitant de cette propriété, nous avons employé, pour en faire l'analyse, la méthode indiquée par M. Roscoe (1) pour le dosage du

(1) *Annal. der Chem. und Pharm.*, t. CLXII, p. 367.

biiodure. La matière est placée dans une nacelle disposée dans un tube de verre; on chauffe en faisant passer un courant d'air très lent; l'iode provenant de la décomposition est reçu dans un barboteur contenant une solution aqueuse d'acide sulfureux; on le pèse à l'état d'iodure d'argent, que l'on transforme ensuite en chlorure comme vérification. L'acide tungstique résultant de la décomposition donne la quantité de métal (¹).

» *En résumé :* l'action de l'acide iodhydrique liquide sur l'hexachlorure de tungstène nous a permis de préparer un nouvel iodure : le tétraiodure TuI^4. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le bioxyde de tungstène cristallisé et sur un tungstate tungsto-lithique* [2]. Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Troost.

« La méthode employée ordinairement pour la préparation par voie sèche du bioxyde de tungstène consiste à réduire au rouge sombre l'acide tungstique par l'hydrogène, et ne donne que des produits amorphes. J'ai pensé qu'il serait peut-être possible d'obtenir une substance cristallisée en réduisant très lentement par l'hydrogène un tungstate acide aussi riche que possible en acide tungstique et maintenu en fusion.

» Les paratungstates de sodium et de potassium ne peuvent être employés, car, sous l'action de l'hydrogène au rouge, ils ne sont réduits que partiellement; des combinaisons tungsto-sodique et tungsto-potassique prennent naissance dans ces conditions, ainsi que je l'ai indiqué dans une précédente Communication [3]. Mais j'ai constaté qu'il n'en est pas de même avec le paratungstate de lithium.

» Le paratungstate de lithium sur lequel j'ai opéré était distribué dans des nacelles en porcelaine, placées elles-mêmes dans un tube de verre, et était chauffé dans l'hydrogène pendant trois quarts d'heure, à une température voisine de la fusion du verre. Après refroidissement, il reste dans les nacelles une matière brune, qui est traitée successivement par l'eau bouillante, l'acide chlorhydrique concentré et une solution bouillante de lithine à environ 20 pour 100; le produit doit ensuite être lavé très soigneusement à l'eau chaude.

(¹) Les analyses nous ont donné les chiffres suivants : Tu 26,65; 26,93; Iode 72,53; 71,97. Calculé pour Tu I : 26,58; I : 73,42.

(²) Travail fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

(³) *Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 57.

» On obtient ainsi une poudre brune, à reflets métalliques cuivreux, composée de cristaux très petits et complètement opaques. Ces cristaux présentent au microscope des pointements d'apparence octaédrique; ils semblent appartenir au système régulier. C'est du *bioxyde de tungstène*, de formule TuO^2.

» Cette méthode permet d'obtenir de grandes quantités de bioxyde de tungstène; le paratungstate de lithium anhydre, qui sert de matière première, renferme, en effet, 94,89 pour 100 d'acide tungstique. De plus, la réduction du paratungstate de lithium par l'hydrogène donne du bioxyde brun de tungstène pur; ce qu'il est difficile d'obtenir en réduisant l'acide tungstique par l'hydrogène au rouge sombre, suivant le mode de préparation habituel. Par ce dernier procédé, on n'obtient pas toujours un produit de composition constante; car, suivant la température et suivant la durée de l'expérience, la réduction peut être incomplète ou, au contraire, il peut y avoir formation d'une petite quantité de tungstène métallique.

» Le bioxyde de tungstène préparé par réduction du paratungstate de lithium n'est attaqué par les acides chlorhydrique, sulfurique et par les solutions alcalines concentrées ni à chaud, ni à froid; on voit donc que dans la préparation des bronzes de tungstène à base de potasse ou de soude, il est absolument nécessaire d'éviter la formation de ce bioxyde en opérant dans les conditions de température convenables que j'ai indiquées précédemment.

» L'acide azotique oxyde lentement à froid le bioxyde de tungstène, avec formation d'acide tungstique.

» Chauffé au rouge dans un courant d'oxygène, le bioxyde de tungstène brûle en se transformant en acide tungstique. Cet acide tungstique est absolument pur; au microscope, il a une apparence cristalline. Ce fait est analogue à celui qu'on observe toutes les fois que l'acide tungstique est préparé par calcination d'un tungstate d'ammoniaque cristallisé; l'acide obtenu semble lui-même cristallisé.

» En résumé, le paratungstate de lithium est *complètement* réduit au rouge par l'hydrogène avec formation de bioxyde de tungstène, contrairement à ce qui arrive avec les paratungstates de sodium et de potassium.

» Pour obtenir un *bronze de tungstène* avec le paratungstate de lithium, il faut faire réagir sur ce sel un agent réducteur autre que l'hydrogène. Scheibler avait signalé la production de tables quadrangulaires bleues par l'action de l'étain sur le tungstate de lithium fondu. Longtemps après, von Knorre en reprit l'étude; il dit que ce composé bleu renferme *peut-être* $Li^2Tu^5O^{15}$. Ces faits présentant peu de netteté, j'ai pensé qu'il y avait lieu de répéter cette expérience, en faisant une analyse précise du produit de la réaction.

» Du paratungstate de lithium a été chauffé pendant une heure avec un petit morceau d'étain; l'opération a été faite dans un creuset en porcelaine, placé lui-même dans un four à moufle et porté au rouge vif. La masse fondue doit encore être traitée successivement par l'eau bouillante, l'acide chlorhydrique concentré et une solution bouillante de lithine à environ 20 pour 100; après un dernier lavage à l'eau chaude, il reste une poudre de couleur bleu très foncé, composée de prismes microscopiques. La coloration bleue est très intense lorsque le produit est nouvellement préparé, mais elle devient à la longue légèrement grisâtre.

» L'analyse que j'ai faite de cette substance a confirmé la formule $Li^2Tu^5O^{15}$, que l'on peut écrire

$$Li^2O, TuO^3 + TuO^2, 3TuO^3.$$

» Par sa constitution ce corps se rapproche du bronze de tungstène

$$Na^2O, TuO^3 + TuO^2, 3TuO^3,$$

qui est prismatique également, et qui a été obtenu par Philipp en fondant avec de l'étain un tungstate acide de sodium. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique du sous-oxyde et du bioxyde de sodium.* Note de M. **de Forcrand.**

« I. Le sous-oxyde Na^3O se détruit violemment en présence de l'eau. Il se dégage de l'hydrogène pur et il se forme de la soude :

$$Na^3O\,\text{sol.} + 2H^2O\,\text{liq.} + Aq = 3NaOH\,\text{diss.} + H\,\text{gaz.}$$

» La seule difficulté de la détermination calorimétrique vient précisément de la violence de la réaction. Il faut, en outre, éviter la présence de l'air, pour que l'hydrogène qui se dégage ne s'enflamme pas.

» J'ai employé un petit ballon de verre contenant 25^{cc} d'eau bouillie et adapté à un long serpentin de verre qui l'entoure complètement. Tout l'appareil est rempli d'hydrogène. La substance est pesée dans une ampoule très mince, placée dans le ballon. On la brisera par l'agitation, au moment voulu. Le ballon et le serpentin plongent dans l'eau du calorimètre, sauf une des extrémités du serpentin, qui communique avec une cloche graduée, et le bouchon du ballon.

» En faisant la correction due à la petite quantité de sodium libre et à la vapeur d'eau entraînée, j'ai obtenu, dans deux expériences :

1° Matière.......	$\overset{gr}{0,9155}$	Trouvé........	$+\overset{Cal}{98,12}$	pour Na^3O
2° »	0,6103	»	+ 97,45	»

» La moyenne est $+ 97^{Cal},78$.

» En prenant $+43^{Cal},45$ pour la réaction $Na + Aq$, on déduit de ces résultats :

Na^3 sol. + O gaz. = Na^3O sol. .... $+101^{Cal},57$

ou

Na^2 sol. + $O^{\frac{2}{3}}$ gaz. = $Na^2O^{\frac{2}{3}}$ sol. .... $+67^{Cal},62$

» II. Pour le bioxyde Na^2O^2, il semble qu'on pourrait le dissoudre directement dans l'eau du calorimètre :

$$Na^2O^2 \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} + Aq = 2NaOH \text{ diss.} + O \text{ gaz.};$$

mais il arrive toujours qu'une partie seulement de l'oxygène se produit, au début, à l'état de liberté. Le reste se dégage peu à peu, et la température ne se fixe qu'au bout d'un temps très long, comme s'il se formait de l'eau oxygénée ou un hydrate de bioxyde dissous.

» Aussi est-il préférable de dissoudre Na^2O^2 dans l'acide chlorhydrique étendu. On devrait alors avoir la réaction

$$Na^2O^2 \text{ sol.} + 2HCl \text{ diss.} = 2NaCl \text{ diss.} + H^2O^2 \text{ diss.}$$

Il est vrai qu'il se dégage toujours dès le début un peu d'oxygène libre, mais on en tient compte en dosant l'eau oxygénée qui reste dans la liqueur, et il se produit rapidement un état stable.

» Dans deux expériences concordantes, j'ai eu, pour cette dernière réaction, le nombre $+41^{Cal},81$.

» On en déduit :

Na^2 solide + O^2 gaz. = Na^2O^2 solide .... $+119^{Cal},79$

» III. Quant au protoxyde Na^2O, on en connaît la chaleur de formation par l'expérience de M. Bekétoff qui l'a dissous directement et a obtenu des nombres compris entre $+55^{Cal}$ et $+56^{Cal}$. On devrait donc adopter la moyenne $+55^{Cal},5$ (et non pas $+55^{Cal},0$ comme on le fait ordinairement). Il vient alors :

Na^2 solide + O gaz. = Na^2O solide .... $+100^{Cal},40$ (1)

(1) Il me paraît probable que ce nombre $+100^{Cal},40$ est trop élevé, car il dépasse la chaleur de formation du $K^2 + O$ ($+98^{Cal},2$), contrairement à ce qu'on remarque pour tous les composés correspondants de Na et de K. L'expérience de dissolution directe du Na^2O paraît d'ailleurs incertaine, à cause de l'état physique du composé et de son mode de préparation. Je me propose de reprendre cette détermination par un

» On a ainsi la série suivante :

$Na^2 + O$	$+ 101^{Cal},57$	soit	$Na^2 + O^{\frac{2}{3}}$	$+ 67^{Cal},62$
			$Na^2 + O$	$+ 100,40$
			$Na^2 + O^2$	$+ 119,79$

» La chaleur de suroxydation du protoxyde, soit $+ 19^{Cal},39$, est donc relativement faible. La chaleur de formation du sous-oxyde $Na^2O^{\frac{2}{3}}$ surpasse à peine les $\frac{2}{3}$ de celle qui correspond à Na^2O. Il en résulte que, si le sous-oxyde est attaqué plus violemment par l'eau et paraît même plus oxydable à l'air que le sodium, cela tient seulement à son état physique, ce corps poreux présentant une grande surface d'attaque et la réaction ayant lieu immédiatement dans toute la masse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons du chlorure de lithium avec la méthylamine.* Note de M. **J. Bonnefoi.**

« Comme l'ammoniac, le gaz méthylamine est absorbé assez rapidement par le chlorure de lithium rigoureusement pur et anhydre, et forme avec lui trois combinaisons successives, dont j'ai étudié la dissociation et la chaleur de formation.

» Cependant, l'état physique du chlorure de lithium n'est pas indifférent; pour obtenir des résultats concordants, il faut avoir recours au sel très poreux et volumineux que l'on peut préparer en faisant passer du gaz ammoniac sec sur le chlorure, puis chassant complètement ce gaz par la chaleur, dans un courant d'azote sec; pendant l'absorption, le sel se gonfle et reste dans cet état très favorable pour les expériences ultérieures, après le départ de l'ammoniac. C'est alors seulement que l'on fait passer le gaz méthylamine.

» I. *Chaleur de dissolution de la méthylamine.* — Cette donnée préliminaire n'ayant pas été déterminée, j'ai dû faire passer lentement le gaz méthylamine pur, amené à la température du laboratoire, dans l'eau du calorimètre. Le courant de gaz doit être très lent et la solution finale assez étendue pour éviter toute perte. J'ai obtenu ainsi, vers $+ 12^{\circ}$, le nombre $+ 12^{Cal},09$ pour la dissolution de CH^5Az gaz, dans 10^{lit} d'eau. D'autre part, une dissolution faite à l'avance de CH^5Az dans 2^{lit} d'eau a

---

procédé indirect, en dissolvant dans l'eau les mélanges de Na^2O^2 et de Na^2O qu'il est facile de préparer, et en tenant compte du bioxyde qu'ils contiennent.

été additionnée de quatre fois son volume d'eau (pour passer à $CH^5Az = 10^{lit}$). J'ai obtenu $+ 0^{Cal},04$.

» Il en résulte que

CH^5Az gaz. dissous dans 2^{lit} d'eau, dégage .... $+12^{Cal},05$

» C'est ce nombre que j'ai employé dans les calculs qui suivent. Il est d'ailleurs conforme aux analogies.

» II. $LiCl + CH^5Az$. — Ce composé se forme toutes les fois que l'on fait passer le gaz méthylamine sur le chlorure de lithium au-dessus de + 65°, ou bien en décomposant à cette température les combinaisons suivantes. C'est une masse blanche, poreuse, semblable aux composés ammoniacaux.

» Sa chaleur de dissolution dans l'eau (6^{lit}) est de $+ 6^{Cal},66$; d'où l'on déduit :

$LiCl$ sol. + CH^5Az gaz. = $LiCl + CH^5Az$ sol............. $+ 13^{Cal},82$

Ses tensions de dissociation sont

à + 66°,2	505^{mm}
à + 71	642
à + 74,4	819

ce qui permet de faire les calculs suivants, avec la formule de Clapeyron :

de + 66°,2 à + 71°	+ 13^{Cal},748	moyenne : + 13^{Cal},838
de + 66,2 à + 74,4	+ 13,826	
de + 71 à + 74,4	+ 13,940	

nombres qui concordent parfaitement avec la donnée expérimentale directe $+ 13^{Cal},82$.

» III. $LiCl + 2CH^5Az$. — Il se produit entre + 40° et + 65°, soit directement, soit en laissant le composé suivant se détruire.

Chaleur de dissolution (8^{lit}) .... $+ 6^{Cal},647$

d'où l'on déduit

$LiCl$ sol. + $2CH^5Az$ gaz. = $LiCl + 2CH^5Az$ sol.... $+ 25^{Cal},88$

et

$(LiCl + CH^5Az)$ sol. + CH^5Az gaz. = $LiCl + 2CH^5Az$ sol.... $+ 12^{Cal},06$

» Ses tensions de dissociation étant

à + 27°	149^{mm}
à + 40	347
à + 50,2	642

la formule de Clapeyron donne

de $+27^{\circ}$ à $+40^{\circ}$	$+12^{\mathrm{Cal}},15$	moyenne : $+12^{\mathrm{Cal}},11$.
de $+27$ à $+50,2$	$+12,14$	
de $+40$ à $+50,2$	$+12,03$	

» III. $LiCl + 3CH^5Az$. — Il se forme directement au-dessous de 40° environ. C'est le composé saturé, et je n'ai pu obtenir de combinaison à $4CH^5Az$, même en employant le gaz liquéfié.

Chaleur de dissolution (10^{lit}) .... $+7^{\mathrm{Cal}},885$

d'où l'on déduit

$LiCl$ sol. $+ 3CH^5Az$ gaz. $= LiCl + 3CH^5Az$ sol. .... $+36^{\mathrm{Cal}},69$

$(LiCl + 2CH^5Az)$ sol. $+ CH^5Az$ gaz. $= LiCl + 3CH^5Az$ sol... $+10^{\mathrm{Cal}},81$

» Tensions de dissociation mesurées :

à $+22^{\circ},4$	289^{mm}
à $+35$	600
à $+40,5$	827

ce qui donne, avec la formule de Clapeyron,

de $+22^{\circ},4$ à $+35^{\circ}$	$+10^{\mathrm{Cal}},984$	moyenne : $+10^{\mathrm{Cal}},967$
de $+22,4$ à $+40,5$	$+10,708$	
de $+35$ à $+40,5$	$+11,209$	

nombres qui concordent encore d'une manière satisfaisante avec la donnée directe $+10,81$.

» Il résulte de cette étude et de celle qui a fait l'objet de deux Notes précédentes (¹), que la formule de Clapeyron est parfaitement applicable à la dissociation de ces composés, qui forment des séries à ajouter à celles qui ont été découvertes par Isambert. Mais il est indispensable de mesurer très exactement les températures, de maintenir le corps qui se dissocie dans des étuves à des températures rigoureusement constantes, et de prolonger les expériences pendant plusieurs journées. A ces conditions seulement, les résultats sont nets, et il doit suffire, pour avoir la courbe de dissociation complète, de faire une détermination de tension, par exemple au voisinage de la température où la tension est de 760^{mm}.

» C'est ainsi que je compte reprendre l'étude des composés indiqués

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 771 et t. CXXVII, p. 367.

par Isambert et faire celle des combinaisons données par l'éthylamine et par les autres sels haloïdes du lithium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le phène tribromé* 1.3.5, *triiodé* 2.4.6 (¹). Note de M. C. ISTRATI, présentée par M. Friedel.

« On connaît très peu de corps parmi les dérivés bromoiodés du phène, à peine deux isomères parmi les dérivés monoiodés du phène tribromé.

» En iodurant le phène tribromé 1.3.5, par la méthode qui m'a déjà si bien réussi dans différentes chlorurations ou iodurations, je suis arrivé à obtenir le dérivé triiodé de ce bromure (²).

» On traite 250gr de phène tribromé par 300cc d'acide sulfurique (1,84) dans un appareil à reflux, terminé par un flacon vide, suivi d'un laveur à soude. On chauffe quotidiennement dix heures pendant six ou sept jours, en ajoutant, pendant ce temps, 200gr d'iode à diverses reprises.

» Il se produit beaucoup de bioxyde de soufre, qui est retenu par la soude du laveur : dès le second jour, le liquide devient rouge noirâtre et sirupeux.

» Quand presque tout l'iode a été absorbé par la réaction, on arrête : on verse le tout dans l'eau et on laisse déposer. L'acide abandonne à l'eau très peu de francéine, qui ne se produit pas en trop grande quantité dans cette réaction ; je n'ai pas non plus trouvé de dérivé sulfoné. Le corps solide qui reste n'est autre chose qu'un mélange de dérivés iodés du phène tribromé. On pulvérise cette masse, on la traite par la potasse pour enlever les restes de francéine qui peuvent s'y trouver, et, après lavage à l'eau et séchage, on l'introduit dans un appareil à extraction de Soxhlet.

» On épuise d'abord à l'éthanol, qui dissout facilement le corps de départ et le dérivé monoiodé. En reprenant la partie insoluble par le chloroforme, il reste un corps qui, après une nouvelle extraction dans le même dissolvant, est assez pur : c'est le phène tribromé 1.3.5, triiodé 2.4.6.

» Ce corps est jaune d'or, il cristallise en petites aiguilles fondant à 322°.

» Sa solubilité est de 0,306 dans 100 parties de chloroforme bouillant, et de 0,040 dans 100 parties d'éthanol bouillant. C'est un corps très résistant : l'acide azotique fumant ne l'attaque qu'avec difficulté et, en présence d'acide sulfurique, on a un mélange de dérivés nitrés, difficilement isolables, qui contiennent 4,07 pour 100 d'azote.

» La potasse alcoolique, à chaud, le détruit immédiatement en laissant la forme primitive des cristaux, mais en leur donnant une couleur jaune grisâtre. Ce corps n'est pas soluble dans les dissolvants ordinaires. L'analyse ne donne pas trace d'iode. »

(¹) Laboratoire de Chimie de l'Université de Bucarest.

(²) *Bull. Soc. chim.*, p. 158, 162, 165, 169 ; 1892. — *Bull. Soc. des Sciences physiques de Bucarest*, t. I, p. 46, 156, 205, et t. VI, p. 46.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une quinoléine diiodée* (¹). Note de M. C. ISTRATI, présentée par M. Friedel.

« Il n'existe pas encore de méthode générale pour halogéner les corps cycliques à azote et particulièrement la pyridine et la quinoléine. Quant au second de ces corps, ce n'est que depuis peu que l'on connaît quatre isomères de son dérivé monoiodé; et chacun d'eux a été obtenu par une méthode à part.

» J'ai tâché, depuis longtemps déjà, de remédier à ce manque de procédé général d'ioduration et suis arrivé à trouver une méthode pour préparer facilement ces corps. Le principe est le même que celui que j'ai déjà décrit pour l'ioduration du phène et ses dérivés chlorés, et pour la préparation des francéines (²).

» Dans cette Note, je ne décrirai que la manière d'opérer avec la quinoléine.

» On traite le corps par l'iode, à chaud, en présence d'acide sulfurique. On prend 200^{cc} de quinoléine pure, bien refroidie, et l'on y ajoute par petites portions 400^{cc} d'acide sulfurique (1,84). Le sulfate de quinoléine, blanc, solide, se dissout à la fin dans l'excès d'acide. On ajoute à quatre reprises, en attendant chaque fois trois ou quatre jours, 50^{gr} d'iode. L'appareil à reflux se termine par un flacon vide, suivi d'un laveur à potasse et est chauffé journellement dix heures, et cela pendant dix à quinze jours.

» L'ioduration se fait en proportion du chauffage et de la quantité d'iode introduite.

» La réaction a lieu comme avec le phène; il se dégage beaucoup de bioxyde de soufre, la masse s'épaissit et devient rouge brun, noirâtre. On verse le tout dans beaucoup d'eau : il se forme un dépôt brunâtre et ensuite un petit dépôt blanc, on filtre.

» Le précipité A est formé de deux corps : 1° les francéines iodées de la quinoléine; 2° les quinoléines iodées.

» On traite par la potasse qui dissout les francéines, on filtre et l'on précipite de nouveau par l'acide chlorhydrique.

» Ces francéines sont solubles dans les alcalis et insolubles dans l'eau; leur teneur en iode est variable avec le temps de chauffe et la quantité d'iode employé.

» La quinoléine seule donne aussi une francéine.

(¹) Laboratoire de Chimie organique de l'Université de Bucarest.

(²) *Sur les francéines* (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 277. *Bull. Soc. chim.*, 1892).

» L'analyse nous a fourni :

Pour 100.	Quinoléine pure.	Francéine de la quinoléine sans iode.	Francéines des quinoléines iodées. I.	II.
C.......	83,6	45,48	44,53	47,54
H.......	5,4	2,99	2,53	3,96
Az......	10,8	4,53	3,76	6,59
I........	»	»	15,64	24,11

» La partie insoluble dans la potasse est extraite par l'alcool dans un appareil Soxhlet. On obtient de très beaux cristaux d'un corps un peu jaune brun; c'est une quinoléine diiodée, inconnue jusqu'à présent. Elle existe à l'état de sulfate et se dissocie sous l'influence de l'eau; elle fond à 164°-165°.

» L'analyse conduit à la formule $C^9AzH^5I^2$.

» Ce corps est très soluble dans l'éthanol et surtout dans le chloroforme. Avec les acides, il donne des sels qui se dissocient en présence d'un excès d'eau.

» Avec son chlorhydrate, j'ai préparé son sel de platine, qui est jaune et facilement dissociable dans l'eau; c'est à cause de cela qu'en dosant le platine nous avons trouvé un nombre plus petit.

» La partie de la quinoléine moins soluble dans l'éthanol a été extraite par le chloroforme; c'est un mélange de quinoléines plus iodées que j'étudie en ce moment.

» La partie filtrée B a été neutralisée par de l'eau de chaux, distillée dans la vapeur d'eau; il passe la quinoléine non iodée et la monoiodée. Celle-ci cristallise très bien dans l'alcool, elle est incolore et cristallise en petites aiguilles, elle fond à 101°-102°.

» L'analyse conduit à la formule C^9AzH^6I.

» J'ai cru me trouver en présence de la quinoléine iodée 5, décrite par Claus et Grau, fondant à 100°. Pour vérifier la chose, j'en ai fait le sel de platine qui a donné :

	Calculé pour $(C^9AzH^7ICl)^2PtCl^4$.	Trouvé.
Pt pour 100.............	21,19	21,11

» Ce sel est bien jaunâtre, mais il ne fond pas en se décomposant à 263°, comme l'indiquent ces auteurs. Au contraire, j'ai pu, par sa solubilité dans l'eau chaude, le séparer en deux. Une partie, presque le tiers, est soluble à chaud et cristallise en fines aiguilles, jaune orange, qui, à 210°, émettent des vapeurs d'iode et se décomposent en fondant vers 228° en un liquide noir épais.

» La partie insoluble dans l'eau est jaune d'or; elle fond, dans les mêmes conditions que l'autre, vers 230°-260°.

» Je me propose de revenir, dans une Note spéciale, sur ces corps, de même que sur le dérivé sulfoné qui se produit en même temps.

» On voit que la quinoléine se comporte comme les hydrocarbures cycliques non azotés, vis-à-vis de l'acide sulfurique et de l'iode, en donnant différents produits iodurés, des francéines et des dérivés sulfonés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides phényl- et phénylène-phosphoriques* (¹).
Note de M. **P. Genvresse**, présentée par M. Friedel.

« Lorsque j'ai commencé ce travail, je ne connaissais rien concernant l'action de l'anhydride phosphorique sur les phénols. Depuis, M. Belugou (*Comptes rendus*, p. 1575; 1898) en traitant le phénol par l'anhydride phosphorique a obtenu un produit sirupeux, qui est de l'acide phénylphosphorique et dont il a seulement étudié les chaleurs de neutralisation par la soude et l'action sur les réactifs colorants.

» *Acide phénylphosphorique* $C^6H^5.PO^4H^2$. — On l'obtient en mélangeant des poids moléculaires égaux de phénol et d'anhydride phosphorique. Si l'on remue constamment, la masse s'échauffe bientôt et sa température monte brusquement à 140°. J'ai ensuite chauffé au bain d'huile jusqu'à 180° et laissé refroidir lentement. On a ainsi une masse visqueuse avec, de place en place, quelques grains solides que je n'ai pas étudiés. La partie visqueuse a été traitée par le benzène bouillant, qui a enlevé l'excès de phénol, et ensuite par l'eau. La solution aqueuse, au bout de quelque temps, a cristallisé dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique; la masse visqueuse eût donné les mêmes cristaux, mais au bout d'un temps beaucoup plus long.

» On a essoré les cristaux sur une plaque poreuse, on les a redissous dans l'eau et refait cristalliser. Ces cristaux sont de l'acide phénylphosphorique, comme le montrent les analyses suivantes :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^5PO^4H^2$.
C pour 100	41,3	41,4
H pour 100	4,6	4,02
P pour 100	17,61	17,8

» Ces cristaux sont très blancs; ils deviennent gris à la longue; ils fondent à 89°; ils sont très solubles dans l'eau et dans l'alcool, et insolubles dans le benzène; ils sont très hygroscopiques.

» Pour voir si nous nous trouvions bien en présence d'un éther, nous les avons copulés avec le chlorure de diazobenzol sulfoné et nous n'avons pas obtenu de matière colorante, mais, en précipitant par le sel, une substance blanche, amorphe, que nous n'avons pas étudiée.

» On sait que le phénol donne une coloration bleue avec l'ammoniaque et le chlorure de chaux; nous n'avons rien obtenu en opérant avec notre produit dans les mêmes conditions.

» Nous sommes donc bien en présence de l'acide phénylphosphorique. J'ai vérifié qu'il se comporte avec le méthylorange et l'hélianthine comme l'a indiqué M. Be-

(¹) Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Besançon.

lugou. Ce fait n'est pas nouveau dans la Science, puisque, entre autres, il en est de même avec l'acide phosphoglycérique.

» L'acide phénylphosphorique donne avec l'acétate neutre de cuivre un précipité blanc légèrement bleuâtre; il ne précipite pas immédiatement par le réactif nitromolybdique, à moins qu'on ne saponifie auparavant par la potasse.

» *Acide phénylènediphosphorique* $C^6H^4\begin{cases}PO^4H^2 & 1\\ PO^4H^2 & 4\end{cases}$. — J'ai répété l'opération précédente avec les phénols polyatomiques; la chaleur dégagée a montré qu'il y avait toujours réaction; mais, jusqu'à présent, je n'ai obtenu de cristaux qu'avec l'hydroquinone.

» Avec l'hydroquinone, il a fallu chauffer pour amener la réaction; nous avons opéré au bain d'huile; un thermomètre placé dans le mélange est brusquement monté de 90° à 230°; nous avons ensuite opéré comme avec le phénol ordinaire et nous avons obtenu une substance solide ressemblant à de la colophane.

» Dissoute dans l'eau et mise à cristalliser dans le vide, elle a donné des cristaux dont la composition répond à la formule $C^6H^4\begin{cases}PO^4H^2\\ PO^4H^2\end{cases}$:

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^4\begin{cases}PO^4H^2\\ PO^4H^2\end{cases}$.
C pour 100	26,8	26,6
H pour 100	3,02	2,9
P pour 100	23,3	22,9

» Ce corps fond à 168°-169°; il est très soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther, insoluble dans le benzène; il reste très hygroscopique.

» Il n'est pas réducteur comme l'hydroquinone, il donne avec l'acétate de cuivre un précipité verdâtre, il ne précipite pas immédiatement par le réactif nitromolybdique; saponifié par la potasse, il donne de l'hydroquinone.

» Il se comporte vis-à-vis du méthylorange et de la phénolphtaléine comme l'acide phénylphosphorique.

» *Acide oxyphénylphosphorique* $C^6H^4\begin{cases}PO^4H^2 & 1\\ OH & 2\end{cases}$. — Ce corps s'obtient en chauffant dans le vide un mélange équimoléculaire de pyrocatéchine et d'anhydride phosphorique; une vive réaction se produit et il distille de la pyrocatéchine et ensuite, à 300°, sous une pression de 20mm, un corps huileux qui se prend en masse par refroidissement. Le rendement en ce dernier corps est d'autant plus considérable que le vide est plus parfait.

» On le traite par le benzène bouillant pour enlever la pyrocatéchine qu'il peut contenir, on dissout ensuite dans l'eau et l'on fait cristalliser dans le vide.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^4\begin{cases}PO^4H^2\\ OH\end{cases}$.
C pour 100	37,6	37,8
H »	4,1	3,68
P »	15,6	16,3

» Ce corps cristallise en belles aiguilles fondant à 139°; il se sublime en partie un peu avant de fondre; il est, comme les précédents, très soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans le benzène; il est très hygroscopique.

» Il se comporte avec les réactifs colorants comme les corps précédents.

» Il est attaqué vivement par l'acide nitrique fumant; sa solution aqueuse précipite en vert par le réactif nitromolybdique; avec la potasse, il donne du phosphate de potassium et de la pyrocatéchine.

» En solution aqueuse il se comporte, au bout de quelque temps, avec la liqueur de Fehling comme la pyrocatéchine.

» Le nitrate d'argent n'a pas d'action sur lui à froid, du moins dans les premiers temps; si l'on chauffe, il se forme le miroir d'argent.

» Nous en avons fait une matière colorante en le copulant avec le diazo de l'acide sulfanilique 1.4; elle ne teint pas les mordants métalliques; au bain acide, elle teint la soie en jaune un peu orangé et la laine en jaune un peu plus franc; sa solution aqueuse est rouge. On obtient une matière colorante différente avec la pyrocatéchine.

» Traitée par le chlorure de zinc dans les mêmes conditions, la pyrocatéchine ne donne rien.

» C'est le seul phénol avec lequel nous ayons pu obtenir la réaction précédente. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique de l'aldéhyde éthylique.* Note de M. **X. Rocques**, présentée par M. Friedel.

« Le dosage de l'aldéhyde éthylique en solution très diluée dans l'alcool, c'est-à-dire à l'état où on la rencontre généralement dans les eaux-de-vie, peut s'effectuer avec une précision suffisante dans la pratique par colorimétrie, en utilisant la réaction du bisulfite de rosaniline. Cette réaction est, comme on le sait, très sensible et permet de doser, par comparaison avec une solution type d'aldéhyde éthylique à 50^{mgr} par litre, des solutions renfermant au moins 20^{mgr} d'aldéhyde éthylique par litre. Mais, si cette méthode donne de bons résultats, son application est très délicate, et, lorsqu'on veut doser l'aldéhyde dans des solutions alcooliques renfermant par exemple de 1^{gr} à 20^{gr} d'aldéhyde par litre, il faut diluer celles-ci de 20 à 400 fois leur volume pour pouvoir les comparer à la solution type, et l'erreur se trouvant multipliée, par conséquent, par 20 ou 400 peut devenir très importante.

» J'ai pensé qu'il valait mieux, dans ce cas, avoir recours à une méthode volumétrique et j'ai cherché à utiliser trois réactions quantitatives de l'aldéhyde : 1° action de l'acide sulfureux ou des bisulfites; 2° action du nitrate d'argent en présence d'ammoniaque et de soude; 3° action des hypochlorites. La première réaction m'ayant paru donner les résultats les plus nets, c'est à elle que je me suis arrêté.

» Le dosage volumétrique de l'aldéhyde éthylique a été indiqué par M. Rieter [1]. Cet auteur l'a appliqué au dosage de très petites quantités d'aldéhyde.

» Il fait agir à froid un volume déterminé d'une solution d'acide sulfureux sur la liqueur aldéhydique à titrer. Au bout de quatre heures, il divise le liquide en deux parties égales; dans la première il titre l'acide sulfureux resté libre, au moyen d'une solution d'iode $\frac{N}{100}$; dans la deuxième, il titre l'acide sulfureux total (libre + combiné). Pour cela il fait agir à froid pendant dix à quinze minutes une solution aqueuse de potasse, qui détruit la combinaison aldéhydique, puis il sature l'alcali par addition d'un excès d'acide sulfurique et il titre à nouveau au moyen de la liqueur d'iode $\frac{N}{100}$. La différence entre les deux dosages donne la quantité d'acide sulfureux combiné à l'aldéhyde. Sachant qu'une molécule d'aldéhyde (44) se combine à une molécule d'acide sulfureux (64), il est facile d'en déduire la teneur en aldéhyde.

» En cherchant à appliquer cette réaction à des solutions alcooliques renfermant des quantités voisines de 1 pour 100, j'ai fait les observations suivantes sur lesquelles j'ai établi un mode opératoire pour le dosage de ce corps.

» 1° Les solutions aqueuses d'acide sulfureux, sous forme d'acide libre, de sulfites ou de bisulfites alcalins sont peu stables, tandis que les solutions alcooliques de ces mêmes corps présentent une stabilité relativement grande;

» 2° Les solutions alcooliques des bisulfites alcalins sont celles qui paraissent le mieux convenir au titrage de l'aldéhyde éthylique;

» 3° Quand la teneur d'une solution aldéhydique atteint 1 pour 100, la durée de réaction à froid excède, dans certains cas, quatre heures, et, pour être certain qu'elle est complète, il faut la laisser s'accomplir pendant douze heures;

» 4° Une molécule d'aldéhyde (44) se combine à une molécule d'acide sulfureux (64);

» 5° Pour les teneurs très faibles en aldéhyde, la totalité de l'acide sulfureux combiné est mise en liberté par la potasse; mais il n'en est pas de même pour les solutions concentrées, et une quantité notable d'acide sulfureux combiné échappe à la décomposition. Il en résulte, si l'on applique la méthode de Rieter, une erreur qui croît avec la richesse en aldéhyde.

---

(1) *Schweizerische Wochenschrift für Chemie und Pharmacie*, p. 238; 1896.

» MODE OPÉRATOIRE. — On prépare les solutions suivantes :

1° Solution S :	sulfite de soude pur et sec...........	12gr,6
	faire dissoudre dans : eau............	400cc
	ajouter : acide sulfurique normal.....	100cc

et compléter le volume à un litre avec de l'alcool pur à 96°.

» On filtre le lendemain pour séparer les cristaux de sulfate de soude qui se sont déposés.

» 2° Solution I : solution normale décime d'iode dans l'iodure de potassium.

» 1cc de cette solution correspond à 0gr,0032 d'acide sulfureux et à 0gr,0022 d'aldéhyde éthylique.

» On titre la liqueur S au moyen de la liqueur I, en présence d'amidon.

» Si le sulfite de soude est pur, 10cc de liqueur S exigent 20cc de liqueur I.

» Pour doser l'aldéhyde dans une solution alcoolique, on place 10cc de celle-ci dans un ballon jaugé de 100cc; on ajoute 50cc de solution S, on complète le volume de 100cc avec de l'alcool à 50° pur, et l'on agite; on met, en même temps, dans un autre ballon 50cc de solution S, on complète à 100cc avec de l'alcool à 50° et l'on agite. On abandonne jusqu'au lendemain les deux ballons à la température ordinaire. Au bout de ce temps, on agite de nouveau; on prélève 50cc de chacun des deux liquides sur lesquels on effectue le titrage de l'acide sulfureux libre, au moyen de la liqueur I [1].

» Soit A le nombre de centimètres cubes de liqueur I exigés par les 50cc de liquide du ballon témoin, et a le nombre de centimètres cubes exigés par le liquide contenant la solution à titrer; la teneur en aldéhyde de cette dernière sera, par litre,

$$(A - a) \times 200 \times 0{,}0022.$$

» Si la liqueur que l'on veut titrer renferme moins de 1 pour 100 d'aldéhyde, on diluera les solutions S et I. Pour une teneur de 0,5 pour 100 d'aldéhyde, on diluera la solution S de son volume d'alcool pur à 50° et l'on emploiera liqueur $\frac{N}{20}$ d'iode. Pour les solutions à 0,1 pour 100, on diluera la solution S de 10 fois son volume d'alcool à 50° et l'on emploiera liqueur $\frac{N}{100}$ d'iode. »

THERMOCHIMIE. — *Données thermiques relatives à l'acide iso-amylmalonique. Comparaison avec son isomère, l'acide subérique.* Note de M. G. MASSOL.

« Après avoir étudié thermiquement les deux acides en C^4 (acide succinique normal et méthylmalonique) [2] et les trois acides en C^5 (acides

---

[1] Il faut avoir soin d'ajouter une certaine quantité d'eau, sans quoi l'amidon, au lieu de donner une belle coloration bleue, donne une teinte rouge brun sale, moins nette.

[2] *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1373.

glutarique, méthylsuccinique, éthylmalonique) ([1]), j'ai pensé qu'il serait intéressant de comparer des acides isomères à poids moléculaire plus élevé; dans ce but, j'ai préparé l'acide iso-amylmalonique pour le comparer à l'acide subérique, dont j'ai déterminé antérieurement ([2]) la chaleur de combinaison avec la potasse.

» L'acide préparé par l'action de l'iodure d'iso-amyle sur l'éther malonique sodé et purifié par cristallisation dans l'éther fond à 98° C; ses cristaux sont anhydres.

» *Chaleur de dissolution dans l'eau.* — L'acide anhydre se dissout dans l'eau avec absorption de chaleur : $-2^{Cal}50$ ($p.\ m. = 174^{gr}$ dans 4^{lit}).

» *Chaleur de neutralisation par la potasse.* —

			Cal
$C^8H^{14}O^4$ diss. +	KOH diss. =	$C^8H^{13}O^4K$ diss.....	+13,90
$C^8H^{13}O^4K$ diss. +	KOH diss. =	$C^8H^{12}O^4K^2$ diss.....	+13,95
$C^8H^{14}O^4$ diss. +	2KOH diss. =	$C^8H^{12}O^4K^2$ diss.....	+27,85

» Le sel neutre obtenu par évaporation et dessiccation à 100° est monohydraté. De même que l'acide malonique et les acides maloniques substitués, l'acide iso-amylmalonique donne des sels alcalins déliquescents et très difficiles à déshydrater. Il faut chauffer plusieurs jours à 130°-135° dans un courant d'hydrogène sec, pour obtenir l'iso-amylmalonate neutre de potasse complètement anhydre.

» *Chaleur de dissolution du sel neutre de potasse anhydre.* — La dissolution se fait avec un dégagement de chaleur assez considérable : $+6^{Cal},44$ ($p.\ m. = 250^{gr}$ dans dans 8^{lit}).

» *Chaleur de formation du sel neutre solide.* — La chaleur de formation, calculée d'après les données ci-dessus à partir de l'acide et de la base solide, est

$$C^8H^{14}O^4 \text{ sol.} + 2KOH \text{ sol.} = C^8H^{12}O^4K^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} \ldots \quad +46^{Cal},69$$

» Ce nombre ($46^{Cal},69$), rapproché de celui que j'ai publié antérieurement de l'acide subérique ($+44^{Cal},76$), montre que la valeur acidimétrique de l'acide iso-amylmalonique est supérieure à celle de son isomère normal, l'acide subérique.

» Ce résultat est le même que ceux que m'a fournis antérieurement l'étude comparative des isomères en C^4 et C^5 de la même série oxalique; dans tous les cas, l'acide normal dégage moins de chaleur que ses isomères non normaux, et la quantité de chaleur dégagée est toujours en relation avec l'écartement des carboxyles. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1354.
([2]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII, p. 745.

ZOOLOGIE. — *Embryons sans noyau maternel.* Note de M. **Yves Delage**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai réussi à diviser des œufs d'Oursin, non en masse par le procédé bien connu du secouage, mais individuellement, à la main, sous le microscope, en sorte qu'il ne pouvait exister le moindre doute que les deux fragments obtenus fussent bien les deux moitiés d'un même œuf. Dans l'une des moitiés se pouvait constater, *de visu,* la présence du noyau et, par suite, du centrosome toujours accolé au premier, tandis que l'autre moitié était formée simplement de cytoplasma ovulaire. Après avoir placé à côté des deux fragments un second œuf entier destiné à servir de témoin, j'opérais la fécondation avec du sperme de la même espèce.

» La suite du phénomène est quelque peu variable selon la réussite de l'expérience, mais, dans les cas typiques, on observe ce qui suit : l'*attraction sexuelle* se manifeste, également énergique pour les trois objets. Tous les trois sont fécondés. Peu après, la segmentation s'effectue, elle débute dans l'œuf entier et se poursuit plus activement chez lui; elle se montre ensuite dans le fragment nucléé où elle marche un peu moins vite; le fragment non nucléé se segmente le dernier et plus lentement encore. Mais ces différences ne sont pas très grandes, surtout entre les deux fragments : quand, par exemple, le fragment non nucléé sera au stade 2, le fragment nucléé sera au stade 4 et l'œuf au stade 8 ou 16. Dans la goutte d'eau où j'étais obligé de conserver mes objets pour ne pas les perdre, le développement ne pouvait se poursuivre longtemps. Dans un cas, cependant, il s'est continué pendant trois jours, au bout desquels l'œuf formait une gastrula typique sans squelette; le fragment nucléé ne différait du précédent que par la taille; le fragment non nucléé formait aussi une gastrula, mais où, faute de place sans doute, en raison de la taille un peu moindre, les cavités entérique et blastocœlienne étaient très réduites, presque virtuelles. Il est à remarquer qu'une membrane vitelline complète entourait tous les blastomères, même dans les embryons provenus des fragments. J'ai pu fixer et colorer quelques-uns de ces embryons et constater, dans les uns comme dans les autres, l'existence de noyaux et ces noyaux n'étaient pas, en moyenne, plus petits dans les cellules du fragment non nucléé que dans celles de l'autre fragment.

» Un certain nombre de conclusions importantes sont à déduire de ces

expériences : *il y a eu fécondation et développement d'un fragment d'œuf sans noyau et sans ovocentre.* Donc :

» 1° Il faut rejeter comme trop stricte la définition ordinaire de la fécondation : union du pronucléus mâle avec le pronucléus femelle. Cette union est certainement vraie, mais elle ne constitue pas le phénomène essentiel.

» 2° Il faut rejeter aussi la définition de Fol : union des deux pronucléus et de deux demi-ovocentres avec deux demi-spermocentres. Cela montre en même temps que l'absence, souvent constatée, d'ovocentre ne saurait être un obstacle à la segmentation.

» 3° Il faut rejeter également toute théorie expliquant la fécondation par la saturation d'une polarité nucléaire femelle par une polarité nucléaire mâle, de même que toute théorie envisageant les globules polaires comme destinés à débarrasser l'œuf, hermaphrodite avant sa maturation, de parties représentant en lui une substance mâle faisant obstacle à la manifestation de ses propriétés.

» 4° Il faut rejeter enfin toute théorie considérant la fécondation comme l'apport par le mâle du nombre de chromosomes ou de la quantité de chromatine soustraits par les globules polaires. En se privant d'une moitié en poids de sa chromatine et d'une moitié en nombre de ses chromosomes, l'œuf ne devient pas, *ipso facto,* incapable de développement ultérieur, puisqu'un cytoplasma ovulaire, pourvu d'un nombre de chromosomes et d'une masse de chromatine précisément égaux à ce qu'il possédait avant la fécondation, *mais d'origine paternelle,* est capable de se segmenter et de former un embryon.

» 5° *L'attraction sexuelle* n'a pas son siège dans le noyau.

» 6° Il y a dans la fécondation deux choses à distinguer : (*a*) la communication à l'œuf d'une énergie vitale qui lui permette de se segmenter et de se développer ; (*b*) la communication au produit des avantages résultant de l'amphimixie et de la possession des caractères paternels héréditaires. Pour ce qui est du second point, mon expérience ne fournit aucune indication ; en ce qui concerne le premier, elle montre que les théories de la fécondation conciliables avec elle sont celles qui présentent ce phénomène comme l'apport par le mâle d'un plasma énergétique spécial (*kinoplasma*), contenu peut-être dans le spermocentre.

» 7° Il n'y a pas dans le cytoplasma ovulaire une architecture spécifique fixe dont la conservation soit une condition du développement ; s'il existe une structure, elle est conditionnée par les réactions mutuelles des parties et peut se rétablir d'elle-même lorsqu'elle a été altérée.

» 8° La célèbre expérience de Boveri, si fortement contestée surtout

par Seeliger, est démontrée, sinon vraie, du moins possible, la plus grave objection qu'on pût lui faire (impossibilité du développement d'un cytoplasma ovulaire sans noyau) se trouvant expérimentalement supprimée.

» L'idée de féconder des fragments d'œufs appartient aux frères Hertwig (1887) qui secouaient violemment des œufs d'Oursin, pendant une demi-heure, dans un tube à essai à moitié plein d'eau. Par ce traitement brutal, la couche visqueuse qui les entoure se dissolvait, la membrane vitelline se rompait et laissait échapper des gouttes plus ou moins grosses de cytoplasme, d'ordinaire privées de noyau et qui s'arrondissaient aussitôt. Ces gouttes, mises en présence du sperme, se laissèrent pénétrer par un ou plusieurs spermatozoïdes qui formèrent des fuseaux. Mais il n'en suivit aucun développement. Boveri (1889) opéra la fécondation croisée sur des œufs soumis à un traitement analogue et, ayant trouvé dans les produits de la fécondation des larves petites, à noyaux petits et à caractères exclusivement paternels, en conclut que ces larves devaient provenir de fragments anucléés. Mais aucune observation positive ne prouvait l'absence de noyau dans les fragments dont elles étaient issues; aussi ses conclusions furent-elles fortement attaquées par Verworn (1891), par Morgan (1893) et surtout par Seeliger (1894, 1896) qui montrèrent : 1° que la taille des noyaux est variable, souvent moindre que la normale, surtout chez les embryons à petites cellules provenant de fragments nucléés; 2° que les caractères des larves hybrides provenant d'œufs intacts des mêmes espèces sont très variables, non forcément intermédiaires à ceux des larves des espèces parentes, comme le croyait Boveri, et qu'on en rencontre parmi elles certaines qui ont des caractères exclusivement paternels. La conclusion de Seeliger, à laquelle on paraît se rallier, est que rien ne prouve que Boveri ait obtenu des développements de fragments anucléés.

» Boveri et Seeliger avaient bien compris que le seul moyen de trancher la question serait d'obtenir et d'isoler des fragments anucléés et de les féconder. Mais ni l'un ni l'autre n'a pu y parvenir.

» C'est cette expérience que j'ai réussie cette année, au laboratoire de Roscoff, sur le *Strongylocentrotus lividus,* par un procédé d'ailleurs tout différent de celui des expérimentateurs précédents et qui ne laisse aucune place au doute sur la nature nucléée ou anucléée des fragments obtenus. L'œuf se laisse couper comme une goutte de sirop épais dans un liquide qui ne le dissoudrait pas. Grâce à la substance mucilagineuse dont il est enduit, il ne crève pas, cette substance s'étendant aussitôt sur la surface de section. Les morceaux obtenus sont d'ordinaire un peu inégaux, parfois si parfaitement égaux et semblables qu'on peut à peine les distinguer l'un de l'autre. Les fragments, de forme d'abord à peu près hémisphérique, s'arrondissent, non brusquement, mais peu à peu et la membrane vitelline se régénère bientôt et enveloppe entièrement le fragment devenu sphérique. On distingue le plus souvent, avec la plus grande netteté, le noyau dans l'un des fragments et des personnes du laboratoire, à qui j'ai montré mes préparations, l'ont reconnu sans peine et sans que je leur aie indiqué. Quant au centrosome, on ne pourrait évidemment constater sa présence qu'en colorant les pièces, mais le fait qu'il est toujours étroitement accolé au noyau suffit à prouver qu'il est resté dans le fragment qui contient celui-ci. L'hypothèse que le noyau pourrait être divisé en deux par la section n'est pas soutenable. Songeons que l'œuf mesure tout entier $0^{mm},1$ et que son noyau n'a pas $0^{mm},015$ et est, en outre, très

mobile, en sorte qu'on peut le voir fuir de côté lorsqu'on appuie sur l'œuf pour le couper. J'insiste sur ce que l'expérience, ainsi faite, ne laisse aucune place au doute, touchant la nature et la constitution des fragments obtenus. — Dans bien des cas, la segmentation est anormale, aussi bien d'ailleurs pour le fragment nucléé que pour celui dépourvu de noyau; mais douze fois je l'ai vue s'opérer typiquement, du moins dans les premiers stades, les seuls où l'on puisse reconnaître ses caractères. D'ailleurs, la statistique n'a pas d'intérêt ici et l'expérience, n'eût-elle réussi qu'une fois, garderait toute sa signification. J'ai pu réussir deux fois la coloration des embryons et constater la présence des noyaux qui ne m'ont pas paru présenter d'autre différence qu'une moindre colorabilité, peut-être accidentelle, peut-être due à la diminution de la chromatine, dans l'embryon issu du fragment anucléé. Il y aurait eu intérêt à compter les chromosomes; je ne l'ai pas encore fait. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De l'air et de l'eau comme facteurs de l'alimentation chez divers Batraciens.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Edmond Perrier.

« M. Bouchard a entretenu l'Académie de plusieurs observations dont il résulte qu'un animal peut, dans certaines conditions, augmenter de poids malgré une privation complète d'aliments. Il y a une trentaine d'années, alors que je faisais des études sur les Batraciens de la faune française, j'eus l'occasion de constater des faits qui me paraissent avoir un rapport direct avec les observations de l'éminent clinicien.

» Mes expériences portèrent sur le Crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans*), qui n'est pas rare dans les falaises calcaires du littoral de l'arrondissement de Bayeux. On sait que la femelle pond un cordon d'œufs, que le mâle enroule autour de ses membres postérieurs. Pendant cette période de gestation externe, il se tient dans des excavations pratiquées sous les pierres, dans des endroits humides. Les œufs subissent les phases habituelles de leur développement jusqu'à la forme de têtard apode. A cette époque, le mâle recherche quelque flaque d'eau et y demeure jusqu'à ce que, par un effet d'endosmose, la coque de l'œuf se fende et mette le jeune têtard en liberté.

» J'eus la curiosité de peser comparativement l'œuf récemment pondu et le têtard venant d'éclore. Dans tous les cas, je constatai que le poids du têtard l'emportait sur celui de l'œuf.

» Or, durant toute la période de gestation du mâle, aucun aliment n'est fourni à l'œuf en voie de développement. Le mâle sert uniquement de support. D'où proviennent alors les matériaux qui ont déterminé cette

augmentation de poids? Il faut bien admettre, comme je le fis alors, que ces matériaux sont empruntés au milieu ambiant, c'est-à-dire à l'air chargé de vapeur d'eau. Les éléments de l'air et de l'eau doivent pouvoir entrer en combinaison avec ceux qui existent dans l'œuf, de manière à donner naissance à des tissus et à des liquides organiques.

» Il est à remarquer que dans ce cas, comme M. Bouchard l'a observé de son côté, il y a accumulation préalable de matières glycogéniques.

» Dans la Salamandre terrestre, les œufs descendent dans une portion dilatée de l'oviducte, où ils séjournent, comme dans une matrice, jusqu'au développement du têtard apode. Bien qu'il n'y ait aucune corrélation placentaire entre la mère et son produit, on pourrait supposer que les parois de l'oviducte secrètent des matières alibiles, que l'œuf et le têtard ensuite pourraient utiliser. Cependant, je suis porté à admettre que les parois de l'oviducte, dont la vascularisation n'offre rien de spécial, constituent simplement l'enveloppe d'un réservoir rempli de gaz saturés de vapeur d'eau. L'embryon, en définitive, évoluerait dans les mêmes conditions que celui de l'*Alytes*, et l'excès de poids du têtard sur l'œuf admettrait la même explication.

» Il en est sans doute ainsi dans le Pipa, dont les œufs, placés par le mâle sur le dos de la femelle, déterminent la formation d'alvéoles, simples abris protecteurs, dont le jeune Pipa sort à l'état de tétrapode anoure. Il est probable que, dans ce cas, la différence de poids entre le têtard et l'œuf doit être plus accusée.

» Je pourrais joindre aux Batraciens précédents le *Chiramantis Guinensis* et l'*Hylodes Martinicensis*, qui pondent leurs œufs sous des feuilles; ainsi que *Cystignathus mystacinus*, qui les dépose dans des trous humides.

» En résumé, pour m'en tenir aux Batraciens et sans donner à ce mode anormal de nutrition une extension qu'il comporte, j'en ai la conviction, l'œuf, pendant sa période d'évolution embryonnaire, emprunte les éléments constitutifs du jeune animal intrinsèquement au stock de matériaux alibiles qu'il renferme, extrinsèquement à l'air et à la vapeur d'eau du milieu ambiant. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition et la valeur alimentaire des haricots indigènes*. Note de M. **Balland**.

« L'application des prescriptions relatives à l'admission, dans les fournitures pour l'armée, de denrées de provenance exclusivement française,

a amené le Ministère de la Guerre à s'assurer si nos haricots indigènes présentent la même valeur alimentaire et la même aptitude à la conservation que les haricots exotiques. De nombreux échantillons, prélevés par les soins des Directeurs du Service de l'Intendance dans les corps d'armée, furent expédiés au laboratoire de l'Administration de la Guerre pour y être soumis à l'analyse. Ces échantillons, recueillis au cours de l'année 1897, venaient des centres principaux de production, représentés par les seize départements suivants : Aube, Charente, Côte-d'Or, Dordogne, Haute-Garonne, Gers, Loir-et-Cher, Lot-et-Garonne, Meuse, Nord, Pas-de-Calais, Hautes-Pyrénées, Saône-et-Loire, Tarn, Vendée, Vienne.

» De l'ensemble des résultats obtenus au laboratoire, il résulte que l'on récolte en France des haricots qui présentent la même valeur alimentaire que les haricots exotiques antérieurement consommés par l'armée. On relève, en effet, comme écarts extrêmes de composition :

	Minimum		Maximum	
	État normal.	État sec.	État normal.	État sec.
	gr	gr	gr	gr
Eau	9,00	0,00	14,40	0,00
Matières azotées	17,02	19,61	22,70	25,80
» grasses	1,10	1,26	1,90	2,16
» sucrées et amylacées	52,22	61,00	62,56	71,52
Cellulose	2,15	2,50	6,65	7,57
Cendres	2,25	2,61	6,65	7,77

» D'autre part, le poids moyen de 100 grains est compris entre $23^{gr},80$ et $98^{gr},70$ et la décortication donne $6^{gr},2$ à $9^{gr},2$ d'enveloppe, pour $93^{gr},8$ à $90^{gr},8$ d'amande. Ces résultats diffèrent peu de ceux qui ont été publiés précédemment (*Comptes rendus,* t. CXXV; p. 120).

» Toutefois, pour l'hydratation, il convient de remarquer que les produits ont été examinés après un séjour plus ou moins prolongé dans des locaux secs. En réalité, à la récolte, la proportion d'eau peut dépasser, de beaucoup, le maximum indiqué, notamment dans les régions du Nord, où les haricots cueillis en fin de saison, souvent même au moment des pluies, ne se conservent pas et sont consommés à court terme. Pour le service de l'armée, ils ne devraient pas contenir plus de 12 à 14 pour 100 d'eau. Ces conditions, qui constitueraient une garantie de conservation pour des denrées devant séjourner un an dans les magasins, pourraient être réalisées si les récoltes s'effectuaient avec plus de soin, par un temps sec, et si les

produits, mis en couche, étaient préalablement ressués au soleil ou sous des hangars bien aérés.

» Il semble aussi que les agriculteurs, pour satisfaire aux demandes de la Guerre, devraient, de préférence, rechercher les espèces à petits grains, qui sont généralement plus azotées que les espèces à gros grains et perdent plus vite leur excès d'hydratation. »

M. V. **Desjardins** adresse quelques indications sur une aurore boréale, observée à Guingamp, le 9 septembre 1898.

« Le vendredi 9 septembre 1898, entre 8^h et $8^h 15^m$ du soir, nous fûmes témoins du phénomène alors qu'il était déjà commencé. On apercevait, du côté du nord, comme un lever ou un coucher de lune blanchâtre (la lune étant en dessous de l'horizon); mais ce qui attira surtout notre attention, ce furent des espèces de nébuleuses phosphorescentes, ou de projections électriques.

» Pour nous rendre un compte exact du phénomène, nous dûmes nous transporter hors de la ville, afin de mieux dominer les environs. Voici ce que nous pûmes remarquer, jusqu'à 9^h du soir :

» Dans la direction nord-nord-ouest, l'espèce de lever de lune dont il est question ci-dessus présentait un aspect blanchâtre, et non pas rouge et violacé, comme les aurores boréales que j'ai vues dans les Ardennes, vers 1870. Il n'y avait que quelques rayons lumineux, très espacés, dans la partie droite de l'arc. Le reste de l'horizon, ouest, sud, est, était noir, ciel clair, avec étoiles.

» A 9^h, à la fin du phénomène, les étoiles disparurent comme par enchantement.

» Mais un autre fait nous parut surtout extraordinaire. Plus près de nous, dans la direction ouest, à environ 70° au-dessus de l'horizon, se trouvaient deux nébuleuses, grosses masses phosphorescentes, bien distinctes l'une de l'autre, et assez rapprochées. Celle du bas ne se déforma pour ainsi dire pas pendant toute la durée de l'apparition. La seconde, située un peu au-dessus, s'allongeait de temps en temps vers l'est. D'abord ronde, ou à peu près, elle s'étendait en traînée; au moment de s'éteindre, elle présentait une solution de continuité, près du nœud, et elle disparaissait alors dans le même sens, vers l'est.

» Le lendemain samedi 10 septembre, vers $9^h 30^m$ du soir, par un ciel bien étoilé, je crus distinguer, à la même place, comme une petite nébuleuse. »

M. G. **Clère** adresse un Mémoire relatif au rôle de l'électricité dans la nature.

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur un alliage antique;* par M. **Berthelot.**

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un objet métallique, réputé antique, trouvé dans des fouilles relatives à l'époque gallo-romaine par M. Habert, conservateur du musée archéologique de Reims, et qui présente certaines particularités intéressantes.

» Cet objet est une sorte de macaron, composé de deux larges anneaux concentriques et cintrés, soudés par l'une des circonférences qui les limitent, avec ouverture centrale. Il est formé par un métal d'aspect rougeâtre recouvert de patines sur ses deux surfaces.

» Si l'on enlève les patines à l'aide d'un outil, le métal rouge apparaît avec des parties jaunes et éclatantes : ce qui a fait penser à plusieurs personnes que cet objet avait pu être réellement doré à l'origine. En réalité, il n'en est rien. L'objet est constitué par du cuivre, allié de plomb, avec

petites quantités d'étain et de zinc, et c'est le corps de l'alliage qui possède la couleur jaune doré. Mais il a subi, sous l'influence de l'air humide, dans la terre, une oxydation lente : le protoxyde de cuivre résultant a recouvert toute la surface originelle. Au-dessus de cet oxyde se sont formées des patines de carbonate de cuivre, de plomb, de chaux, etc., mélangées d'oxychlorure (atakamite). Quand on enlève avec précaution ces patines, le protoxyde de cuivre apparaît; c'est seulement en le grattant avec un outil de fer que l'alliage primitif devient manifeste. De là l'apparence dichroïque du métal et deux illusions possibles, qu'il n'est peut-être pas inutile de signaler aux archéologues : l'une qui consiste à regarder l'objet comme formé par du cuivre pur ou presque pur, d'après son aspect actuel; l'autre, à envisager les traces du frottement comme le reste d'une dorure antique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches physiologiques sur la contraction du sphincter ani;* par MM. **S. Arloing** et **Édouard Chantre.**

« Le 31 mai 1897 (voir *Comptes rendus*) nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie quelques résultats d'une étude comparative sur le sphincter ani et sur un muscle rouge volontaire, le court jambier latéral du chien, dans le but de montrer les différences physiologiques et anatomiques qui peuvent exister entre le premier et les muscles striés moteurs du squelette.

» Dans cette Communication, nous appelions l'attention sur une particularité intéressante de la contraction expérimentale, établissant nettement, dans les deux nerfs symétriques du sphincter, l'existence d'un certain nombre de fibres sensitives, capables de provoquer une contraction réflexe à la suite d'une secousse amenée par l'excitation du bout périphérique de l'un des nerfs.

» Aujourd'hui nous voudrions d'abord faire ressortir les conséquences de cette particularité, avant d'en indiquer d'autres que nous avons relevées au cours de nos expériences.

» I. On savait, assurément, que l'on peut provoquer la contraction réflexe du sphincter sur un sujet dont le système nerveux axial est intact, par l'excitation de la peau ou de la muqueuse de la région anale. On savait aussi, depuis les observations de Goltz, de Chauveau, que le réflexe peut même revêtir le caractère rythmique, sur un sujet dont la moelle épinière

est coupée transversalement au-dessus de la région lombaire, tandis qu'un corps cylindrique d'un certain volume reste engagé dans l'anus.

» Mais on n'avait jamais fait remarquer que la secousse pouvait entraîner une contraction réflexe. Ajoutons qu'il n'est pas même indispensable que les modifications intérieures du muscle, provoquées par l'excitation du bout périphérique de l'un de ses nerfs, se manifestent par un resserrement évident, pour provoquer une contraction réflexe.

» Quelquefois, à la suite d'une excitation légère du bout périphérique, ou d'une diminution de l'excitabilité du nerf, la secousse directe peut manquer et néanmoins la contraction réflexe se produire à sa place habituelle et avec une intensité moyenne. Le travail intérieur du muscle qui prépare la contraction est donc capable, à la rigueur, d'exciter les fibres centripètes des nerfs de l'anus, de manière à entraîner un réflexe complet. La contraction réflexe consécutive à une secousse peut faire défaut, après une série d'excitations rapprochées du bout périphérique des nerfs.

» II. Quant aux contractions rythmiques signalées par Goltz et Chauveau, sur les animaux dont la moelle est coupée, nous les avons observées de notre côté dans les mêmes conditions. Ce rythme n'appartient pas en propre au tissu musculaire du sphincter, attendu qu'il demande, pour s'accomplir, l'intégrité du centre lombo-spinal et des cordons nerveux jetés entre ce centre et le sphincter. Lorsque ces cordons sont coupés, un appareil enregistreur indique le simple retentissement des mouvements respiratoires sur la cavité abdominale, mais pas trace d'une contraction véritable. Ce rythme provient de phénomènes qui se passent dans un circuit nerveux, formé par les fibres des nerfs du sphincter et la moelle lombaire, sur la portion centripète duquel agit d'abord une impression tactile et ensuite, mais simultanément cette fois, une impression tactile et la contraction.

» III. Le réflexe engendré par l'excitation du bout périphérique de l'un des nerfs du sphincter, l'autre nerf étant respecté, imprime au tétanos du muscle des caractères spéciaux.

» Lorsque le muscle est entièrement privé de nerfs, des excitations indirectes tétanisantes, appliquées à travers la peau ou directement à la surface de l'organe, déterminent un tracé classique; tandis que, appliquées sur le bout périphérique d'un nerf, elles provoquent un tracé sur lequel la période de raccourcissement est beaucoup plus lente, sur lequel le plateau est longuement ondulé, ce qui prouve que le muscle n'est pas dans une immobilité parfaite; sur lequel, enfin, la décontraction ne suit pas immédiatement la suppression des excitations, le muscle restant encore

contracté $\frac{12}{100}$ à $\frac{14}{100}$ de seconde. Quant au relâchement, il s'accomplit beaucoup plus rapidement que le raccourcissement.

» IV. Sous le rapport de la forme et de la durée de la secousse, et de l'aptitude à entrer en tétanos, il existe des différences notables entre le sphincter et le court jambier latéral.

» La secousse du sphincter est plus lente à s'établir et à disparaître que celle du jambier latéral; sur des graphiques, le sommet de la première est moins aigu que le sommet de la seconde. Partant, la durée de la secousse est un peu plus grande dans le sphincter que dans un muscle moteur du squelette.

» Il en résulte que le sphincter se tétanise par un nombre d'excitations induites moins grand que le nombre nécessaire à la tétanisation du jambier latéral. On le constate aisément, en instituant l'expérience suivante : on dispose deux myographes *ad hoc* enregistrant, l'un au-dessous de l'autre, la contraction du sphincter et celle du jambier, et deux signaux électriques inscrivant, l'un le nombre des excitations induites lancées simultanément dans chaque muscle, l'autre le temps divisé en secondes. On lance ensuite dans les deux muscles un nombre graduellement croissant d'excitations induites, sortant d'un appareil unique, jusqu'à ce que ces derniers soient entrés tous les deux en tétanos parfait. Si, à ce moment, on examine les graphiques obtenus dans cette expérience, on constate que les secousses se fusionnent plus tôt sur le tracé du sphincter que sur le tracé du jambier latéral.

» Sous l'influence de dix-huit excitations induites simples par seconde, les secousses du sphincter commencent à se fusionner; elles cessent d'être visibles quand le muscle reçoit de vingt-deux à vingt-quatre excitations par seconde.

» V. Autre différence. La période d'excitation latente est plus longue pour le muscle sphincter que pour le jambier latéral. Il n'y a pas lieu, croyons-nous, de mettre cette différence sur le compte de la conductibilité des nerfs dont on excite le bout périphérique; en conséquence, il faut l'attribuer au muscle lui-même.

» Étudié sur le muscle sphincter, le temps perdu est plus long après l'excitation du bout central qu'après l'excitation du bout périphérique : ce qui est conforme à la théorie. Dans les deux cas, le temps est un peu plus court chez un chien dont la moelle épinière vient d'être sectionnée transversalement, en arrière du collet du bulbe.

» VI. En enregistrant la contraction du sphincter, nous avons observé

plusieurs fois un phénomène paradoxal. Nous voulons parler d'un relâchement brusque, de courte durée, précédant une contraction provoquée par l'excitation induite du bout périphérique de l'un des nerfs de l'organe, l'autre étant intact. Le premier effet de l'excitation peut donc entraîner une diminution brève de la tonicité du muscle.

» VII. Malgré les particularités physiologiques résumées ci-dessus, nous n'avons pas trouvé, entre le sphincter et le court jambier latéral, des différences histologiques comparables en importance et en netteté à celles qui sont devenues classiques, depuis les recherches de Ranvier, entre les muscles striés pâles et les muscles striés foncés. En fait, l'un et l'autre appartiennent plutôt au groupe des muscles foncés. Néanmoins, le court jambier latéral est plus facile à dissocier que le sphincter; les fibres sont un peu plus granuleuses, moins riches en noyaux, et leurs fibrilles constituantes plus isolables les unes des autres dans le premier muscle que dans le second. »

M. **H. Poincaré** fait hommage à l'Académie d'un nouveau Volume de son Ouvrage « Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste ». Tome III. Invariants intégraux; solutions périodiques du deuxième genre; solutions doublement asymptotiques.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le résultant de deux équations.* Note de M. **P. Gordan**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Erlangen, 11 octobre 1898.

» Je viens vous proposer une formule, qui a peut-être quelque intérêt, pour le calcul du résultant R de deux équations

$$f = x^m + a_1 x^{m-1} + a_2 x^{m-2} + \ldots,$$
$$1 + \varphi = 1 + b_1 x + b_2 x^2 + \ldots.$$

» On sait que R est une fonction entière des coefficients a et b, et qu'elle a le poids mn. Au lieu des a et b, on peut introduire les puissances des racines, qui sont données par la formule de Waring

$$s_\lambda(a) = \sum (-1)^{r_1+r_2\ldots} \frac{(r_1+r_2+\ldots-1)!}{r_1!\,r_2!\ldots} a_1^{r_1} a_2^{r_2} \ldots$$

Cela étant, j'ai trouvé la formule

$$R = \sum \frac{(-1)^{\rho_1+\rho_2\dots}}{\rho_1!\,\rho_2!\dots\lambda_1^{\rho_1}\lambda_2^{\rho_2}} [s_{\lambda_1}(a)\,s_{\lambda_1}(b)]^{\rho_1}[s_{\lambda_2}(a)\,s_{\lambda_2}(b)]^{\rho_2}\dots,$$

et en voici la démonstration.

» En développant R en fonction des b, on peut poser

$$R = \sum b_1^{r_1} b_2^{r_2}\dots\beta_1^{r_1}\beta_2^{r_2}\dots.$$

Le coefficient $\beta_1^{r_1}\beta_2^{r_2}\dots$ est une expression symbolique et signifie une fonction des a. En calculant avec les symboles β, il faut omettre chaque produit, où l'on trouve des exposants négatifs; de même, si le résultat ne dépend pas des coefficients a, il faut aussi négliger tous les produits, où l'on trouve des exposants, qui sont > 0.

» Je développe d'abord $\log(1+\varphi)$ dans une série

$$\log(1+\varphi) = \sum (-1)^{\nu-1}\frac{1}{\nu}\varphi = \sum \frac{(-1)^{\nu-1}}{\rho_1!\,\rho_2!\dots} b_1^{\rho_1} b_2^{\rho_2}\dots x^{\lambda},$$

où

$$\nu = \rho_1 + \rho_2 + \dots, \qquad \lambda = \rho_1 + 2\rho_2 + \dots.$$

On en déduit les formules

$$\log R = \sum (-1)^{\nu-1} s_\lambda(a) \frac{(\nu-1)!}{\rho_1!\,\rho_2!\dots} b_1^{\rho_1} b_2^{\rho_2}\dots,$$

$$\begin{aligned} -\lambda\frac{\partial R}{\partial s_\lambda(a)} &= \sum b_1^{t_1} b_2^{t_2}\dots\beta_1^{t_1}\beta_2^{t_2}\dots \sum (-1)^{\nu}\frac{(\nu-1)!}{\rho_1!\,\rho_2!\dots} b_1^{\rho_1} b_2^{\rho_2}\dots \\ &= \sum b_1^{r_1} b_2^{r_2}\dots\beta_1^{r_1}\beta_2^{r_2}\dots \sum (-1)^{\nu}\frac{(\nu-1)!}{\rho_1!\,\rho_2!\dots}\frac{1}{\beta_1^{\rho_1}\beta_2^{\rho_2}\dots} \\ &= R s_\lambda\left(\frac{1}{\beta}\right). \end{aligned}$$

» En employant cette formule plusieurs fois, on trouve

$$(-1)^{\rho_1+\rho_2\dots}\lambda_1^{\rho_1}\lambda_2^{\rho_2}\dots\frac{\partial_{\rho_1+\rho_2}\dots R}{\partial s_{\lambda_1}^{\rho_1}\,\partial s_{\lambda_2}^{\rho_2}\dots} = R s_{\lambda_1}^{\rho_1}\left(\frac{1}{\beta}\right) s_{\lambda_2}^{\rho_2}\left(\frac{1}{\beta}\right)\dots$$

En posant

$$R = \sum b_\lambda s_{\lambda_1}^{\rho_1} s_{\lambda_2}^{\rho_2}\dots$$

b_λ ne dépend pas des coefficients a; il est donc donné par la partie du pro-

duit

$$\sum b_1^{r_1} b_2^{r_2} \ldots \beta_1^{r_1} \beta_2^{r_2} s_{\lambda_1}^{\rho_2}\left(\frac{1}{\beta}\right) s_{\lambda_2}^{\rho_2}\left(\frac{1}{\beta}\right) \cdots$$

qui ne contient pas les β. On a donc

$$(-1)^{\rho_1+\rho_2\cdots} \lambda_1^{\rho_1} \lambda_2^{\rho_2} \ldots \rho_1! \, \rho_2! \ldots b_\lambda = s_{\lambda_1}^{\rho_1}(b) \, s_{\lambda_2}^{\rho_2}(b) \ldots \quad »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes*. Note de M. **Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Dans des Notes antérieures (*Comptes rendus*, mai, juin 1898), je me suis occupé de la détermination explicite des équations différentielles

$$(1) \qquad y'' = \mathrm{R}(y', y, x)$$

à points critiques fixes; R désigne une fraction *rationnelle* en y', *algébrique* en y, *analytique* en x. J'ai montré que ces équations se partagent en *six* classes distinctes, et j'ai étudié complètement *cinq* de ces classes. La classe qu'il me reste à examiner est celle des équations (1) qui se laissent ramener algébriquement à la forme

$$(2) \qquad y'' = \frac{y'^2}{y} + \frac{(\mathrm{A} + \mathrm{B}y + ay^2)}{y} y' + \frac{\mathrm{C} + \mathrm{D}y + \mathrm{E}y^2 + dy^3 + cy^4}{y}.$$

L'objet de cette Note est de *déterminer toutes les équations* (2) *dont les points critiques sont fixes*.

» Je remarque d'abord que la forme des équations (2) n'est pas altérée par la transformation

$$(3) \qquad y = \lambda(x)\mathrm{Y}, \qquad x = \varphi(\mathrm{X}),$$

non plus que par la transformation $y = \frac{1}{\mathrm{Y}}$; dans cette dernière transformation, A se change en a, C en $-c$, D en $-d$, E en $-$E (et réciproquement); B ne change pas.

» Je montre ensuite que si l'équation (2) a ses points critiques fixes, il en est de même *a fortiori* de l'équation

$$y\frac{d^2y}{dx^2} = \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \mathrm{A}(x_0)\frac{dy}{dx} + \mathrm{C}(x_0),$$

où x_0 désigne une constante numérique quelconque. On déduit de là que AC est identiquement nul et que, par suite [moyennant une transforma-

tion (3)], on peut supposer ou bien $A \equiv 0$, $C \equiv -1$, ou bien $A \equiv -1$, $C \equiv 0$, ou bien $A \equiv 0$, $C \equiv 0$.

» Cette première condition remplie, je montre que l'équation (2) présente sûrement des points critiques mobiles, à moins qu'un des systèmes suivants de conditions ne soit vérifié :

I. $A \equiv 0$, $C \equiv -1$, $a + D' - BD \equiv 0$, $E + B' - B^2 \equiv 0$.
II. $A \equiv -1$, $C \equiv 0$, $D + B \equiv 0$,
III. $A \equiv 0$, $C \equiv 0$, $D^2(E - B^2 - 2B') + D'^2 + BDD' - DD'' \equiv 0$,
avec $D \not\equiv 0$.
IV. $A \equiv 0$, $C \equiv 0$, $D \equiv 0$.

» Dans les trois premiers cas, l'intégrale $y(x)$ possède des zéros mobiles, qui, dans le cas I, sont simples et correspondent à deux développements distincts, et qui, dans le cas II, sont simples, dans le cas III sont doubles, et correspondent à un seul développement. Dans le cas IV, l'intégrale n'admet pas de zéros mobiles.

» Si l'on tient compte des conditions précédentes et de celles qui s'en déduisent en changeant y en $\frac{1}{Y}$, on trouve que *les seules équations* (2) *qui puissent avoir leurs points critiques fixes se ramènent, par une transformation* (3), *à une des suivantes :*

I. $y'' = \frac{y'^2}{y} + \frac{(y^4 - 1)e^{2x} + (hy - gy^3)e^x}{y}$,

II. $y'' = \frac{y'^2}{y} + e^x + hy^2 + y^3$,

III. $y'' = \frac{y'^2}{y} + e^x + y^2$,

IV. $y'' = \frac{y'^2}{y} + \frac{ky^4 - gy^3 + hy - l}{y}$,

V. $y'' = \frac{y'^2}{y} + \frac{d'(x)y'}{y} - d''(x) + d(x)y^2 + y^3$,

VI. $y'' = \frac{y'^2}{y} + \frac{A(x) + a(x)y^2y'}{y} - A'(x) + E(x)y + a'(x)y^2$,

VII. $y'' = \frac{y'^2}{y} + ayy' + 1 + a'y^2$,

VIII. $y'' = \frac{y'^2}{y} + e^x y^2$

(g, h, k, l constantes numériques; a, d, A fonctions arbitraires de x).

» *Ces équations ont-elles réellement leurs points critiques fixes?* On le voit aussitôt pour les cinq dernières équations qui s'intègrent sans peine. Quant aux trois premières, la proposition s'établit en suivant la même méthode ([1]) que pour l'équation $y'' = y^2 + x$ (*Comptes rendus*, juin 1898). On arrive donc à ce théorème :

» Théorème. — *Les équations* I, II, ..., VIII *ont leurs points critiques fixes, et toute équation* (2) *à points critiques fixes se ramène à une de ces équations moyennant une transformation* (3).

» Mais, parmi ces équations, les seules qui engendrent des transcendantes vraiment irréductibles aux transcendantes classiques sont les équations I, II, III, qu'on peut remplacer par l'équation unique

$$(4) \qquad yy'' = y'^2 + gy^4 + ky^3 + ke^x y + le^{2x},$$

où g, h, k, l sont des constantes numériques arbitraires [auxquelles il suffit d'ailleurs de donner un des systèmes de valeurs

$$\begin{array}{llll} g = 1, & l = 1, & & h, k \text{ arbitraires}, \\ g = 1, & l = 0, & k = 1, & h \text{ arbitraire}, \\ g = 0, & l = 0, & k = 1, & h = 1]. \end{array}$$

» *Quelles que soient les constantes numériques g, h, k, l, l'équation* (4), *ou, si l'on veut, les équations* I, II, III *ont leur intégrale générale méromorphe dans tout le plan, et cette intégrale est une transcendante uniforme irréductible aux transcendantes abéliennes ou engendrées par les équations linéaires, et à leurs combinaisons.*

» Si l'on pose pour l'équation I

$$u = \frac{y'^2}{y^2} - e^{2x}\left(y^2 + \frac{1}{y^2}\right) + 2e^x\left(\frac{h}{y} + gy\right),$$

on a

$$\frac{1}{2}u'_x = e^x\left(\frac{h}{y} + gy\right) - e^{2x}\left(y^2 + \frac{1}{y^2}\right),$$

et la fonction $V = e^{\int u(x)dx}$ est une fonction *entière dans tout le plan*, qui vérifie une équation différentielle très simple *du troisième ordre*, équation qu'on forme immédiatement. *La fonction $y(x)$ s'exprime donc algébriquement à l'aide de la dérivée logarithmique seconde de la fonction entière $u(x)$* (*et de e^x*). Des transformations analogues plus simples s'appliquent aux équations II et III.

([1]) A la vérité, cette méthode exige quelques modifications que je n'ai pas encore élucidées dans les détails; mais la proposition n'est pas douteuse.

» Les types canoniques I, II, III [ou (4)] sont transcendants en x. Il est facile de les remplacer [à l'aide d'une substitution (3)] par des types où x figure algébriquement ([1]) ; mais l'intégrale possède alors au moins *un point critique transcendant fixe*. Les types choisis I, II, III sont les plus simples dont l'intégrale générale soit *méromorphe*.

» En définitive, j'ai complètement résolu le problème : *Déterminer explicitement toutes les équations* $y'' = R(y', y, x)$, *où* R *est rationnel en* y', *algébrique en* y, *analytique en* x, *et dont les points critiques sont fixes*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la variation des constantes diélectriques avec la température*. Note de MM. **H. Pellat** et **P. Sacerdote**, présentée par M. Lippmann.

« Ces mesures de constantes diélectriques ont été effectuées avec l'appareil imaginé par l'un de nous ([2]) : la constante diélectrique K est donnée par la relation

$$K = \frac{c}{c-a},$$

c désignant l'épaisseur de la lame diélectrique en expérience, et a la différence des deux lectures faites à l'appareil selon qu'on y a introduit ou non la lame diélectrique; les trois quantités K, c, a se rapportent à une même température. L'épaisseur c de la lame était mesurée au sphéromètre à une température quelconque et l'on déterminait ensuite sa valeur aux températures des différentes expériences au moyen des coefficients de dilatation. Pour les mesures de a, la principale difficulté était d'obtenir des températures uniformes et bien connues dans toute la masse de la lame diélectrique en expérience; nous nous sommes placés dans de bonnes conditions sous ce rapport en n'opérant qu'à la température ambiante : cette température était rendue variable, soit en chauffant la salle

---

([1]) Par exemple, on peut substituer au type I le type

$$yy'' = y'^2 - \frac{yy'}{x} + y^4 - \frac{g}{x}y^3 + \frac{h}{x}y - 1,$$

mais l'intégrale $y(x)$ admet $x = 0$ comme point critique transcendant.

([2]) Pellat, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 773. — *Journal de Physique*, 3e série, t. IV, p. 501.

où se trouvait l'appareil vingt-quatre heures avant la mesure; soit, au contraire, en ouvrant les fenêtres toute la nuit précédente; la température était mesurée avec un thermomètre au $\frac{1}{10}$ de degré dont le réservoir plongeait dans une lame diélectrique semblable à celle en expérience et placée comme elle, longtemps à l'avance, dans la cage de l'appareil de mesure.

» *Résultats pour la paraffine.* — La lame de paraffine employée avait une épaisseur de $8^{mm},510$ à $22^{\circ},6$; voici quelques-unes des valeurs de K obtenues :

$t = 11^{\circ},1$	22°	$33^{\circ},3$ (1)
$K = 2,287$	$2,278$	$2,259$

La constante diélectrique de la paraffine diminue donc lorsque la température s'élève, et le coefficient moyen de diminution par degré est $3,6 \times 10^{-4}$ entre 11° et 22° et $5,6 \times 10^{-4}$ entre 11° et 33°.

» *Résultats pour l'ébonite.* — La lame d'ébonite employée avait une épaisseur de $8^{mm},462$ à $18^{\circ},1$.

» Le coefficient de dilatation de l'ébonite, qui est nécessaire pour le calcul de l'épaisseur aux différentes températures, étant mal connu et pouvant du reste varier d'un échantillon à un autre, nous l'avons déterminé sur un échantillon d'ébonite pris dans le même bloc que la lame en expérience (2); ce coefficient a été trouvé égal à $8,7 \times 10^{-5}$ entre 10° et 20°.

» Voici les valeurs de K obtenues :

$t = 10^{\circ},2$	17°	$20^{\circ},6$
$K = 2,941$	$2,958$	$2,968$

La constante diélectrique de l'ébonite augmente donc lorsque la température

---

(1) Cette dernière mesure a été effectuée en chauffant la lame diélectrique seule dans une étuve, puis la portant rapidement dans l'appareil de mesure; au moyen de piles thermoélectriques filiformes convenablement immergées dans des lames de paraffine on s'était assuré au préalable que, pendant le transport de la lame de l'étuve à l'appareil, sa température ne variait pas sensiblement et l'on s'était aussi renseigné sur le temps pendant lequel la lame devait séjourner dans l'étuve pour en prendre la température.

Pour l'ébonite, au contraire, le refroidissement était trop rapide pour permettre ce mode opératoire.

(2) Cette mesure a été faite par M. Sacerdote, au Bureau international des Poids et Mesures, par la méthode de M. Fizeau, l'appareil ayant été mis gracieusement à notre disposition par M. Benoît.

L'échantillon employé était un petit cube d'ébonite d'environ 15^{mm} d'arête et poli spéculairement sur une de ses faces.

s'élève, et à peu près proportionnellement à l'élévation de température, le coefficient moyen de variation par degré étant $8,8 \times 10^{-4}$.

» *Application*. — L'un de nous a montré ailleurs [1] que, dans la charge d'un condensateur à *température constante*, la variation d'énergie est non pas $\frac{CV^2}{2}$, comme on l'admettait, mais $\frac{CV^2}{2}[1 + T(\lambda + \chi)]$, en désignant par T la température absolue du diélectrique, par λ son coefficient de dilatation linéaire et par χ le coefficient de variation de la constante diélectrique avec la température $\left(\frac{1}{K}\frac{\partial K}{\partial T}\right)$. Il résulte des recherches précédentes que, dans le cas d'un condensateur dont le diélectrique est l'ébonite, pour $T = 273 + 27 = 300$, le terme $T(\lambda + \chi) = +0,29$; donc :

» *L'énergie d'un tel condensateur chargé surpasse de plus d'un quart la valeur admise jusqu'à présent.*

» Si la charge ou la décharge ont lieu rapidement, le phénomène, au lieu d'être isotherme, sera sensiblement adiabatique : pour un condensateur à ébonite la charge adiabatique amènera un refroidissement, par destruction d'une quantité d'énergie égale à $0,29\frac{CV^2}{2}$, la décharge adiabatique un échauffement correspondant à une création de chaleur $0,29\frac{CV^2}{2}$.

» Pour un condensateur formé d'une lame d'ébonite de 2^{mm} d'épaisseur métallisée sur ses deux faces et chargé à la différence de potentiel correspondant à 1^{cm} d'étincelle, le calcul montre que ces variations de température doivent être d'un peu moins d'un millième de degré ; elles seraient donc encore très appréciables si l'ébonite était un diélectrique parfait, Mais à cause du phénomène de résidu la charge aussi bien que la décharge donnent lieu à un phénomène consécutif non réversible qui échauffe toujours le diélectrique d'une façon beaucoup plus intense que le phénomène réversible dont nous venons de nous occuper. C'est ce qui rend très difficile la mise en évidence de ce dernier phénomène. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la durée de l'émission des rayons de Röntgen*. Note de M. **Henri Morize**, présentée par M. Lippmann.

« Il ne semble pas que, jusqu'à ce jour, on ait cherché à obtenir, pour le moins d'une façon précise, la durée de l'émission des rayons X.

---

[1] Pellat, *Journal de Physique*, 3e série, t. VII, p. 18.

» MM. Chappuis et Berget (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 810) ont tenté les premiers cette détermination, en employant la radiographie du stylet d'un interrupteur de Foucault, qui se déplaçait entre le tube de Crookes et une plaque photographique. Ce procédé les amena à conclure que la durée des rayons était aussi courte que celle de l'étincelle qui leur avait donné lieu.

» M. A. Roiti (*Rendiconti della R. Acc. dei Lincei*, vol. V, p. 243), en employant une plaque tournante et un tube dans lequel la décharge était produite à une certaine position de la plaque, trouvait, au contraire, une durée de $\frac{1}{600}$ de seconde.

» A peu près en même temps, le Dr E. Trouton (*Nature*, vol. LIV, p. 566), en photographiant une roue d'engrenage tournant rapidement, obtenait des valeurs comprises entre $\frac{1}{300}$ et $\frac{1}{10000}$, pendant que M. Colardeau (*Éclairage électrique*, vol. VIII, p. 112 à 116), par un procédé tout semblable, trouvait sensiblement $\frac{1}{1000}$ de seconde.

» Ces discordances notables entre les valeurs trouvées par les physiciens cités nous ont amené à rechercher une méthode plus précise, dont nous venons présenter les premiers résultats à l'Académie.

» Un moteur dynamo-électrique est alimenté par une dynamo génératrice, excitée en dérivation, et dont le champ peut varier considérablement. Pour mieux régler la force électromotrice du courant, une résistance variable est introduite dans le circuit du moteur, et une lame d'acier plus ou moins tendue sur la jante d'un disque de fonte monté sur l'axe fait office de frein. Par l'emploi de ces divers moyens, on peut obtenir à volonté une vitesse quelconque, qui peut être conservée constante aussi longtemps qu'il est nécessaire.

» Une des extrémités de l'axe du moteur porte une vis sans fin, qui engrène avec une roue dentée ayant sur son contour des goujons équidistants, qui ferment un circuit électrique à chaque dix tours de l'axe. Le contact ainsi produit s'enregistre, ainsi que la seconde de temps moyen d'un chronomètre électrique, sur la bande d'un chronographe de Breguet, qui permet d'évaluer à un moment quelconque la vitesse très exacte du moteur. La seconde extrémité de l'axe de ce dernier porte un plateau perpendiculaire, parfaitement dressé, sur lequel on peut fixer par des tasseaux une plaque photographique, convenablement enveloppée de papier noir. Sur la base du moteur, parallèlement au disque et à un centimètre de celui-ci, se trouve une plaque métallique fixe, avec une fente étroite dirigée suivant un rayon du disque. En face de cette fente on place un tube de Röntgen, assez puissant pour qu'une seule étincelle donne sur la plaque sensible une image intense de la fente.

» En faisant tourner le moteur à une vitesse convenable, on imprime sur la plaque l'image de la fente, en produisant à la main l'interruption du circuit de la bobine. Il est évident que, si les rayons de Röntgen ont une durée appréciable, l'image de la fente, comparée à celle qu'elle fournirait si le disque était au repos, sera dilatée latéralement.

Or, en connaissant cet élargissement, la distance de l'image au centre du disque, ainsi que la vitesse de ce dernier, on en conclut facilement la durée de l'émission des rayons.

» Chaque plaque fournit quatre images de la fente, prises sur le disque en mouvement, et, en plus, quatre autres prises avec le disque au repos, à 90° de distance l'une de l'autre, lesquelles donnent la position du centre de rotation et, par comparaison avec les images dilatées, l'élargissement de celles-ci.

» L'examen des différentes plaques a montré que, d'accord avec ce que M. Colardeau avait déjà signalé, à chaque émission du courant dans le primaire de la bobine, correspondent plusieurs décharges successives dans le tube. Il en résulte que l'image de la fente est formée par la succession de plusieurs traits d'intensité décroissante, séparés par des intervalles égaux. Dans quelques plaques, on peut suivre ainsi jusqu'à quatre images partielles, dont la dernière est excessivement faible.

» Les résultats que nous avons trouvés ainsi et que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie sont les premiers obtenus : bien que passablement concordants, ils pourront être quelque peu modifiés par une plus large série d'observations et par la recherche de l'influence que les différentes conditions de la décharge peuvent exercer sur la durée des rayons de Röntgen.

Désignation des plaques.	Durée de l'émission totale.	Durée des émissions partielles.	Intervalle entre les émissions partielles.
	s	s	s
a	0,00122		0,00024
b	0,00127	0,000065	
c	0,00101	0,000074	0,00035
d	0,00107	0,000081	0,00039
e	0,00089	0,000107	0,00037
Moyennes	0,00109	0,000082	0,00033

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle action subie par la lumière traversant certaines vapeurs métalliques dans un champ magnétique.* Note de MM. **D. Macaluso** et **O.-M. Corbino**, présentée par M. Lippmann.

« 1. Un faisceau de lumière solaire polarisée par un premier nicol traverse le champ magnétique fourni par un électro-aimant Ruhmkorff, puis un second nicol, une lentille cylindrique, et est reçu sur un réseau concave de Rowland. Avec un oculaire muni d'un micromètre, on observe le second

spectre de diffraction. Si, au milieu des deux pôles de l'électro-aimant non excité, on dispose la flamme d'un brûleur de Bunsen avec une perle de chlorure ou de bromure de sodium, on peut, moyennant les précautions convenables, faire en sorte que les deux raies d'absorption deviennent *très larges;* ainsi la raie D^2 peut atteindre une largeur égale à $\frac{1}{4}$ de la distance entre les deux raies.

» Si, dans ces conditions, on ferme le courant (intensité du champ de 4000 à 5000 U. C. G. S.), à côté de chacune des deux D se montrent des bandes parallèles à D, alternativement lumineuses et obscures, lesquelles se déplacent quand on fait tourner l'analyseur, l'axe de chaque raie suivant le sens du courant.

» 2. De l'examen minutieux de la disposition de ces bandes et de leur mouvement on déduit qu'elles sont dues à la lumière polarisée en divers plans, et précisément : *le plan de polarisation primitif a subi, dans le passage de la lumière à travers les vapeurs de sodium influencées par le champ,* une rotation croissant d'une façon continue de l'extérieur vers le bord de la raie.

» Cette rotation, qui commence déjà à se manifester pour la raie D^2 à une distance de plus des deux tiers de celle des deux raies, croît d'une façon continue et rapidement en s'approchant du bord de la raie, point où il paraît qu'elle atteigne 270°.

» La rotation relative, c'est-à-dire la différence des rotations correspondant à des déplacements égaux dans le spectre, croît rapidement à mesure qu'on se rapproche du bord de la raie, de sorte que les bandes obscures ou lumineuses, très étroites dans le voisinage du bord lui-même, s'élargissent successivement à mesure qu'elles s'éloignent par la rotation de l'analyseur.

» 3. Procédant dans le spectre, des points plus éloignés aux points plus rapprochés de la raie, la rotation des plans de polarisation correspondants à droite et à gauche de celle-ci se produit *dans le sens* du courant magnétisant et, par conséquent, se renverse avec l'inversion du champ.

» En des points à égale distance à droite et à gauche de la raie, les rotations du plan de polarisation sont égales et les nouveaux plans de polarisation sont parallèles entre eux. Pour les deux D le rapport des distances auxquelles se produisent d'égales rotations est à peu près égal au rapport des largeurs des raies primitives.

» 4. Tandis que sur le bord de chacune des D la rotation est constante (d'environ 270°), la distance du point où la rotation commence est d'au-

tant plus grande que la raie est plus large, de telle sorte qu'avec l'élargissement de celle-ci la rotation relative diminue et les bandes s'élargissent.

» Si la raie est trop étroite, il n'est plus possible, du moins avec le grossissement employé, d'observer les particularités du phénomène. En faisant croître l'intensité du champ on éloigne aussi la limite où commence la rotation, qui conserve toujours la même valeur sur le bord de la raie, et par conséquent les bandes s'élargissent.

» 5. En examinant le phénomène avec un compensateur de Babinet ou avec un double mica Bravais (quart d'onde), on a trouvé que, dans le cas de raies peu élargies sur leurs bords, on a la lumière circulaire suivie de lumière elliptique dans laquelle le rapport des deux axes tend rapidement vers zéro.

» Avec l'élargissement des raies, la lumière circulaire disparaît complètement et l'elliptique reste limitée au bord de la raie, tandis que la rotation du plan de polarisation s'étend bien au delà du bord. Tant pour la lumière circulaire que pour l'elliptique, le sens de la rotation de la particule lumineuse est le même que celui du courant magnétisant pour le bord moins réfrangible et inverse pour l'autre bord.

» 6. Des phénomènes analogues, mais moins prononcés, ont été observés en substituant au sel de sodium un sel volatil de lithium.

» 7. Dans l'hypothèse que les deux rayons circulaires inverses dans lesquels on peut supposer décomposé le faisceau polarisé primitif se propageassent avec des vitesses différentes dans les vapeurs de sodium et de lithium sous l'influence du champ, et que la différence de vitesse diminuât rapidement avec l'accroissement de la différence entre la période de la vibration incidente et celle propre de la valeur absorbante, on s'expliquerait la polarisation rotatoire et la grande dispersion rotatoire observée.

» Et dans l'hypothèse que, pour certaines longueurs d'onde, très peu différentes de celle de la raie, le pouvoir absorbant de la vapeur pour les deux rayons circulaires inverses susdits soit différent, on expliquerait la présence de lumière circulaire et elliptique sur les bords de la raie.

» Tant à droite qu'à gauche de la raie, le circulaire tournant dans le sens du courant se propagerait avec une vitesse plus grande, tandis que, d'un côté et de l'autre, le circulaire en un sens et celui en sens opposé (conformément aux expériences de Ziemann) seraient absorbés de préférence.

» Nous nous réservons de continuer ces expériences pour en étudier les particularités et pour étendre ces résultats à d'autres corps et dans des

conditions variées. Dans une publication très prochaine, nous donnerons avec plus d'extension les détails des expériences exécutées jusqu'ici. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel hydrate d'oxyde salin de chrome* (1). Note de M. G. **Baugé**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les différents carbonates doubles de protoxyde de chrome, dont nous avons décrit antérieurement les préparations et les propriétés (2), nous ont tous donné avec l'eau à l'ébullition la même réaction. Tous ces carbonates, traités à l'abri de l'air par l'eau bouillante, fournissent en effet un oxyde de chrome hydraté, que l'analyse nous a démontré être un oxyde salin renfermant 3 molécules d'eau.

» Peligot (3) avait déjà indiqué l'existence d'un hydrate d'oxyde salin renfermant 1 molécule d'eau.

» L'hydrate obtenu est donc différent de celui qui a été décrit par Peligot; nous avons pensé qu'il était intéressant de faire connaître sa préparation et ses propriétés.

» *Préparation.* — Nous avons utilisé l'appareil qui nous a servi à préparer le sel double de sodium (4), en remplaçant toutefois le flacon tubulé par un ballon, fermé par un bouchon livrant passage à deux tubes pouvant y glisser, à frottement doux, et courbés à angle droit. L'appareil étant traversé par un courant d'acide carbonique bien privé d'oxygène, on introduit dans le ballon une certaine quantité d'un des sels doubles de protoxyde de chrome (5), puis on fait arriver sur le produit, au moyen des tubes abducteurs, de l'eau bouillante et l'on continue l'ébullition une demi-heure environ. Dès l'arrivée de l'eau, le sel se décompose en perdant de l'acide carbonique et de l'hydrogène; pour terminer rapidement la réaction, il est cependant utile de porter à l'ébullition, comme il est indiqué ci-dessus. On fait ensuite passer le mélange, en agitant, dans le tube filtrant qui termine l'appareil; puis, s'aidant de la trompe à vide, on lave le produit à l'eau bouillante jusqu'à ce que les eaux de lavage ne précipitent plus par le chlorure de baryum.

---

(1) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 474; t. CXXV, p. 1177; t. CXXVI, p. 1566.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XII, p. 539.

(4) *Loc. cit.*

(5) Celui qui nous a donné les meilleurs résultats est le sel double de potassium; on peut opérer sans passer au préalable par le sel double : il suffit de faire arriver dans le ballon les matières nécessaires à la préparation de ce sel.

» On obtient ainsi un corps rouge brique que l'on dessèche à 100° dans le tube même. Durant cette dessiccation, on s'aperçoit que le corps change de couleur et devient jaune brun en perdant de l'eau. Cette transformation se fait progressivement dans le sens de l'arrivée du courant gazeux et la surface de séparation des deux couches est assez nette. Si l'on arrête l'opération avant que cette transformation soit complète, on peut, après refroidissement, prélever, au voisinage immédiat de la surface de séparation, des échantillons du corps rouge brique ([1]).

» Des analyses effectuées sur des prises d'essai provenant de plusieurs expériences nous autorisent à croire que ce corps rouge brique, instable, est un hydrate de l'oxyde salin à 4 molécules d'eau.

» *Hydrate jaune brun.* — Ce corps peut être obtenu plus rapidement, en fermant une des extrémités du tube contenant le corps rouge brique, le plaçant dans l'eau bouillante et faisant le vide par l'autre extrémité jusqu'à ce que le corps ne perde plus d'eau.

» *Propriétés.* — Cet hydrate ne peut être confondu avec le précédent. En effet, si on le met en présence d'eau bouillie, au sein d'une atmosphère inerte, il reste jaune brun. De plus, il ne reprend pas, même après plusieurs mois, l'eau d'hydratation qu'il a perdue.

» Il se présente sous la forme d'une poudre jaune brun, de densité 3,49. Chauffé dans le vide, dans un courant de vapeur d'eau, de gaz chlorhydrique ou de gaz inerte, il donne, vers 250°, sans incandescence, du sesquioxyde de chrome avec départ d'hydrogène.

» Le chlore l'attaque au rouge sombre avec dégagement de vapeur d'eau, de chlorure de chromyle et de gaz chlorhydrique; c'est là une réaction de l'ordre de celle qui a déjà été indiquée par M. H. Moissan ([2]). Assez stable à l'air quand il est sec, il s'oxyde rapidement en présence de l'eau. Cette oxydation est d'autant plus vive que le composé est plus récemment préparé. Chauffé à l'air, il donne de suite, sans incandescence, du sesquioxyde de chrome.

» L'hydrogène sulfuré le transforme avant le rouge sombre en un sulfure cristallisé.

» C'est un réducteur énergique. Mis au contact d'acide sulfurique étendu, il le réduit vers +40°. Cette réduction peut aller jusqu'à la formation d'hydrogène sulfuré, si l'oxyde est ajouté en quantité suffisante.

» Traité à chaud par l'acide chlorhydrique concentré, il fournit un mélange de chlorure chromeux et de chlorure chromique. La formation du sel chromeux peut être mise en évidence de la façon suivante : on place, dans un tube traversé par un courant d'acide carbonique, du sesquichlorure de chrome anhydre et de l'acide chlorhydrique

---

(1) Nous avons essayé d'effectuer cette dessiccation à basse température et avons obtenu ainsi le corps jaune brun.

(2) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1357.

concentré, puis on fait bouillir; il n'y a pas solution. Si l'on ajoute alors une petite quantité d'oxyde salin, le sesquichlorure entre rapidement en solution. On sait que cette solubilité est caractéristique des sels de protoxyde de chrome. Toutes les tentatives faites en vue de le déshydrater complètement sans le décomposer ou d'obtenir l'hydrate de Peligot ne nous ont donné aucun résultat.

» *Analyse.* — Nous avons utilisé le procédé décrit par Peligot (¹). Nous donnerons le détail des analyses dans le Mémoire que nous présenterons aux *Annales*.

» *En résumé*, l'oxyde salin de chrome est susceptible de plusieurs états d'hydratation : 1° Cr^3O^4, H^2O obtenu par Peligot; 2° $Cr^3O^4, 3H^2O$ que nous avons pu nettement déterminer; 3° un hydrate rouge brique instable, que les analyses que nous en avons faites nous autorisent à considérer comme renfermant 4 molécules d'eau. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sodammonium sur l'arsenic* (²). Note de M. C. **Hugot**, présentée par M. A. Ditte.

« Après avoir étudié l'action du sodammonium sur le phosphore rouge, je me suis proposé de rechercher si l'on pouvait arriver à des composés analogues en remplaçant le phosphore par l'arsenic.

» Tandis qu'avec le phosphore j'avais pu préparer des composés différents suivant que le métalloïde ou le sodammonium était en excès, avec l'arsenic, au contraire, j'ai obtenu le même composé $AsNa^3, AzH^3$ dans les deux cas.

» L'appareil employé avait la même forme que celui qui avait servi dans les recherches avec le phosphore. Il était toujours en verre et constitué par deux tubes larges A et B, réunis par un tube étroit et court T contenant du coton de verre sec. La marche d'une expérience était identique. Les mêmes précautions étaient prises pour peser le sodium et l'arsenic dans une atmosphère de gaz ammoniac.

» Le sodium avait été purifié par distillation. L'arsenic, d'abord distillé dans un gaz inerte, avait été ensuite distillé dans le vide. Plusieurs analyses ont démontré que ce corps ainsi obtenu était pur.

» Après avoir fermé à la lampe les branches A et B, on fait condenser le gaz ammoniac dans la branche A où se trouvent déjà le sodium et l'arsenic. Ce dernier corps est donc au milieu d'une solution de sodammonium dans le gaz ammoniac liquéfié.

(¹) *Loc. cit.*

(²) Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

» Au bout de quelques heures la coloration mordorée de cette dissolution commence à diminuer d'intensité. Il se dépose au fond de la branche A un corps rouge brique.

» Lorsque la réaction est terminée et que tout l'arsenic a disparu, on fait passer la dissolution de sodammonium en excès dans la branche B à travers le coton de verre placé dans le tube étroit T, et on lave le composé restant en A avec du gaz ammoniac liquéfié, en prenant les précautions précédemment indiquées dans mes recherches sur le phosphore.

» Après les lavages, il ne reste plus qu'un corps rouge brique, légèrement soluble dans le gaz ammoniac liquéfié, auquel il communique une une coloration jaune verdâtre. Cette dissolution, évaporée lentement, laisse déposer des cristaux très petits.

» Ce composé rouge brique correspond, comme le montre l'analyse, à la formule

$$AsNa^3, AzH^3.$$

» Il contient quelques traces d'amidure de sodium, AzH^2Na, provenant de la décomposition spontanée du sodammonium

$$(AzH^3Na)^2 = 2AzH^2Na + H^2 \text{ (1)}.$$

» Le dosage de l'hydrogène dégagé simultanément pendant la préparation, en général quelques centimètres cubes, a permis de tenir compte de l'amidure formé, dans le calcul de la composition du produit obtenu.

» Pour analyser l'arséniure de sodium, $AsNa^3$, on l'a traité par l'acide azotique étendu. Dans la liqueur qui en résulte, on dose l'arsenic soit à l'état de sulfure, soit à l'état d'arséniate ammoniaco-magnésien. A cette quantité d'arsenic il faut ajouter celle qui correspond à l'arséniure d'hydrogène qui se dégage avec de l'hydrogène toutes les fois que l'on fait agir un acide sur l'arséniure de sodium.

» L'ammoniac est dosé par la perte de poids qu'éprouve le composé lorsqu'on le chauffe dans le vide; il est alors noir.

» Comme on le voit, l'action du sodammonium en excès sur l'arsenic est bien différente de celle du premier corps sur le phosphore rouge dans les mêmes conditions.

» Dans ce dernier cas (2), on avait en effet la réaction représentée par la formule

$$6AzH^3Na + 2P = P^2H^3Na^3 + 3AzH^2Na + 3AzH^3.$$

---

(1) Joannis, *Comptes rendus,* t. CXII, p. 392.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 1719.

» J'ai essayé ensuite d'opérer en présence d'un excès d'arsenic, comme je l'avais fait pour le phosphore dans l'espoir d'obtenir un composé analogue à celui que j'avais préparé, $P^3Na, 3AzH^3$ (1). Mais, dans ces nouvelles conditions, j'ai obtenu le même corps que précédemment, $AsNa^3, AzH^3$. Toutefois, il est plus facile de l'obtenir pur par ce second procédé, et il ne contient que des traces d'amidure AzH^2Na. Mais les lavages au gaz ammoniac liquéfié doivent être prolongés beaucoup plus longtemps, l'arséniure de sodium étant beaucoup moins soluble dans ce liquide que le sodammonium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les boracites iodées.* Note de M. **H. Allaire**, présentée par M. Troost (2).

« On sait, d'après les recherches de Gustave Rousseau et les miennes (3), que le chloroborate de magnésie, qui constitue la boracite naturelle, peut être considéré comme le point de départ d'une série de composés présentant la même forme cristalline, et dans lesquels on peut remplacer le chlore par le brome, et le magnésium par le zinc, le cadmium, le manganèse, le nickel, le cobalt et le fer.

» Nous venons exposer aujourd'hui les résultats de la substitution de l'iode au chlore et au brome, dans les composés qui précèdent.

» Les méthodes qui permettent d'obtenir les boracites chlorées, ou bromées, sont en général d'une application moins facile dans la préparation des dérivés iodés.

» L'une de celles qui donnent les résultats les plus satisfaisants consiste à faire réagir les vapeurs de l'iodure du métal sur le borate correspondant, en ne dépassant pas la température de fusion du verre, et en opérant dans un courant de gaz carbonique sec. L'iodure en excès se condense dans la partie du tube non chauffée, et après refroidissement, on sépare, par lavage, les cristaux de boracite. En général, le produit ainsi obtenu est assez pur pour pouvoir être employé directement à tout essai d'analyse.

» La méthode précédente exige l'emploi d'iodure anhydre, dont la préparation est quelquefois assez longue.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 206.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie générale à la Sorbonne.

(3) G. Rousseau et H. Allaire, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1195 et 1445; t. CXVIII, p. 1255 et t. CXIX, p. 71.

» On peut remédier à cet inconvénient en préparant, dans la même opération, l'iodure et la boracite iodée. Il suffit, pour cela, de mêler le borate amorphe avec un excès de métal, sur lequel on fait réagir l'iode en opérant comme précédemment.

» Dans le cas de métaux facilement volatils, tels que le zinc et le cadmium, on trouve souvent de petites gouttelettes de métal mêlées de cristaux de boracite. Il est facile de s'en débarrasser par un traitement à l'acide chlorhydrique concentré et froid. Il faut avoir soin aussi, pour le magnésium, de remplacer le courant de gaz carbonique par un courant d'hydrogène.

» Cet emploi d'hydrogène en présence d'iode, à une température où l'acide iodhydrique se dissocie, nous amène à parler d'un procédé qui réussit fort bien avec les boracites chlorées, et que l'on peut ajouter à ceux qui ont été décrits précédemment pour leur préparation; il consiste à faire réagir l'acide chlorhydrique sur le borate amorphe à la température du rouge sombre. On obtient ainsi un produit bien cristallisé et très pur.

» Enfin, par extension de la méthode de Heintz, en fondant dans un creuset de platine un mélange équimoléculaire d'iodure de sodium et d'iodure du métal, en présence d'acide borique et d'un peu de borax, on obtient la boracite iodée en cristaux d'autant plus nets que le refroidissement a été plus lent.

» L'inconvénient de cette méthode réside dans la présence de la vapeur d'eau, provenant des gaz du foyer, et qui détruit rapidement les iodures métalliques à la température où l'on opère.

» Nous avons pu y remédier dans une certaine mesure, en employant des creusets en acier coulé, à couvercle vissé, sur lequel était fixé un tube de fer de petit diamètre, dépassant le foyer. Ce tube permettait à la vapeur d'iodure métallique de s'échapper, sans laisser entrer la vapeur d'eau.

» *Boracite iodée de magnésium :* $6MgO$, $8BoO^3$, MgI^2. — Cristallise en cubes et tétraèdres incolores. Ce corps est, à beaucoup près, le plus difficile à obtenir de la série. En faisant passer des vapeurs d'iodure de magnésium sur du borate amorphe on n'obtient que fort peu de boracite, tandis que, si l'on fait réagir l'iode sur le mélange de borate et de magnésium, l'action réductrice de ce dernier met en liberté du bore et, probablement, des borures qui souillent le produit.

» *Boracite de zinc :* $6ZnO$, $8BoO^3$, ZnI^2 (1). — S'obtient plus facilement que le composé précédent, sous forme de tétraèdres et de cubes, par l'action de l'iode sur le mélange de zinc et de borate de zinc.

---

(1) Calculé : I, 18,60; Zn, 33,33. Trouvé : I, 18,41; Zn, 33,21.

» *Boracite de cadmium :* $6CdO, 8Bo^2O^3, CdI^2$ (1). — Se prépare comme le précédent et s'obtient sous forme de cubes et de dodécaèdres transparents.

» *Boracite de manganèse :* $6MnO, 8Bo^2O^3, MnI^2$ (2). — En tétraèdres et cubes, incolores sous le microscope, mais ayant en masse une teinte légèrement rosée.

» *Boracite de nickel :* $6NiO, 8Bo^2O^3, NiI^2$ (3). — S'obtient par les mêmes procédés, sous forme de cubes et de tétraèdres jaunes.

» *Boracite de cobalt :* $6CoO, 8Bo^2O^3, CoI^2$ (4). — Donne de très jolis cristaux, d'un bleu violacé, présentant le plus souvent la forme du cube, avec passage au tétraèdre.

» *Boracite de fer :* $6FeO, 8Bo^2O^3, FeI^2$ (5). — Poudre grisâtre formée de cubes et de tétraèdres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la solubilité du camphre* (6). Note de MM. C. ISTRATI et A. ZAHARIA, présentée par M. Friedel.

» Au cours de quelques travaux de synthèse sur le camphre, nous avons pu observer que le camphre est soluble dans l'eau et dans l'acide chlorhydrique, qui le transforme probablement en son dérivé

```
                CH³
                |
                C
              / | \
             /  |  \     Cl
            /   |   \   /
        H²C     |    C—OH
          | CH³-C-CH³ |
        H²C     |    CH²
            \   |   /
             \  |  /
              \ | /
                C
                H
```

par combinaison directe avec cet acide.

» Effectivement, si l'on introduit du camphre en petits morceaux dans l'acide chlorhydrique concentré, le tout étant mis dans un appareil ascen-

(1) Calculé : I, 14,99; Cd, 46,28. Trouvé : I, 14,90; Cd, 45,87.
(2) Calculé : I, 19,61; Mn, 29,73. Trouvé : I, 20,05; Mn, 29,51.
(3) Calculé : I, 19,19; Ni, 31,21. Trouvé : I, 19,15; Ni, 30,88.
(4) Calculé : I, 19,19; Co, 31,21. Trouvé : I, 19,33; Co, 31,50.
(5) Calculé : I, 19,50; Fe, 30,10. Trouvé : I, 19,63; Fe, 30,41.
(6) Laboratoire de Chimie organique de l'Université de Bucarest.

dant, on peut observer que, pendant le dégagement de l'acide chlorhydrique, une grande quantité de camphre se dissout. Si on laisse refroidir et si l'on filtre à travers du coton de verre, on obtient une solution claire, faiblement colorée en jaune.

» En ajoutant un peu d'eau, on obtient un petit précipité, qui se dissout dans un excès du même liquide. Le corps se sépare probablement en camphre et acide chlorhydrique, le camphre *se dissolvant dans un excès d'eau*. Cependant, les Ouvrages de Chimie donnent le camphre comme étant *presque insoluble dans l'eau*.

» La densité d'une solution de camphre faite directement dans l'eau, à 15°, a été trouvée égale à 1,00071.

» Pour mettre en évidence cette solubilité nous nous sommes adressés au polarimètre. La solution aqueuse de camphre saturée à froid, dans un tube de 22^{cm}, nous a donné $(\alpha)_D = +0°,4$.

» Pour prouver que le camphre forme une combinaison avec l'acide chlorhydrique, nous avons pris la solution et tâché de l'évaporer dans le vide. Malheureusement la moindre trace d'eau décompose bientôt cette chlorhydrine. Cependant, si l'on prend un peu de substance à la partie centrale de la capsule, on constate que son point de fusion est beaucoup plus bas que celui du camphre, c'est-à-dire vers 243°.

» La remarque la plus intéressante que nous ayons faite, sur la solubilité du camphre dans l'acide chlorhydrique, est que le camphre est beaucoup plus soluble à froid qu'à chaud dans cet acide. Une solution faite à + 15°, dans l'acide chlorhydrique, nous a donné, dans un tube de 10^{cm}, $(\alpha)_D = +1°,7$.

» Cette solubilité est fonction de la température. Ainsi, nous avons obtenu les résultats suivants :

Température = + 21°,5.

Densité de l'acide chlorhydrique	1,195
Densité de la solution camphrée dans l'acide	1,147
Différence en plus	0,048

Température = 0°.

Densité de l'acide chlorhydrique	1,211
Densité de la solution camphrée	1,143
Différence en plus	0,068

» La différence des densités 0,068 − 0,048 = 0,02 indique bien une solubilité plus grande à froid.

» En saturant à 0° l'acide chlorhydrique, on obtient une solution très concentrée, sirupeuse, dans laquelle nous avons trouvé $40^{gr},276$ de camphre dans 100^{cc} de solution.

» Cette solubilité maximum à froid peut être mise en évidence par une expérience de cours très frappante. Si l'on prend un flacon contenant une solution concentrée à 0°, solution absolument claire et transparente, et qu'on la chauffe *à la main*, on voit immédiatement se former de gros cailloux tout autour des parois et la solution se prend en masse. Il suffit de refroidir de nouveau, pour que la solution redevienne limpide. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherches sur les lampes électriques à incandescence, chargées d'un mélange de grisou et d'air au maximum d'explosivité.* Note de MM. **H. Couriot** et **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

« A la suite des travaux dont nous avons rendu compte dans nos précédentes Notes [1], nous avons pu, grâce à une disposition très simple, charger d'un mélange grisouteux préparé d'avance et titré des lampes électriques à incandescence sans en briser le filament.

» Le chargement se fait à volonté, soit avant, soit pendant l'allumage, en sorte qu'il est facile de reproduire au laboratoire toutes les circonstances qui peuvent se présenter dans l'emploi pratique des lampes au sein des houillères.

» L'artifice que nous avons imaginé consiste à faire souder, sur une lampe à incandescence de modèle ordinaire, un tube à gaz de 4^{cm} de long, terminé par une partie effilée capillaire. La communication avec un gazomètre rempli du mélange sur lequel ou veut expérimenter est établie par un tube de caoutchouc branché sur ce tube; des précautions sont prises pour éviter que l'eau du gazomètre pénètre dans les différentes parties de cette canalisation, et le mélange gazeux est desséché en traversant un barboteur à acide sulfurique. Pour charger la lampe, il suffit de briser la partie effilée qui se trouve engagée sous le tube de caoutchouc; elle se remplit aussitôt du gaz, grâce au vide préexistant. On a soin de l'enfermer dans une sorte de cage en toile métallique destinée à retenir les fragments de verre en cas d'explosion.

» Nous avons exécuté différentes expériences avec cet appareil, en opérant toujours avec un mélange à 9,5 pour 100 de méthane.

» Nous nous sommes servis d'abord de lampes ayant un pouvoir éclairant de

---

(1) H. Couriot et J. Meunier, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 750, 901, 1134.

10 bougies et marchant à 45 volts; l'intensité du courant exigée par la marche normale d'une pareille lampe est $0^{amp},8$; la lampe étant en marche, nous y avons fait pénétrer le mélange grisouteux; l'incandescence s'est obscurcie assez rapidement, sauf en un point du filament qui gardait tout son éclat, c'est là que la rupture s'est faite avec une faible étincelle après une minute environ. Il ne s'est produit aucun phénomène d'explosion. Nous avons constaté qu'au point de rupture, le filament s'était brisé sur une fraction de millimètre seulement, et que les deux fragments en regard s'étaient amincis en pointes fines. Cette expérience répétée a donné lieu aux mêmes observations.

» Nous avons pris ensuite une nouvelle lampe de 10 bougies à 45 volts, et nous lui avons fait subir un surmenage électrique en portant le courant à $53^{volts},5$ et à $0^{amp},925$, le gaz a été alors introduit dans la lampe qui est restée allumée pendant vingt secondes et s'est éteinte en présentant un point brillant comme les précédentes : l'effet du surmenage est donc nul.

» L'addition aux conducteurs de 200^{m} de fil présentant une résistance d'environ 6 ohms est demeurée également sans effet. Enfin, des essais analogues effectués avec des lampes de 10 bougies, marchant à 15, 30, 60, 90 et 110 volts, ont donné des résultats identiques.

» L'emploi de la lampe de 10 bougies à 15 volts à filament gros et court nous a permis de nous rendre compte des effets produits par les courants d'une intensité supérieure à 2 ampères et par l'échauffement de l'appareil avant l'introduction du grisou.

» Cette lampe exige un courant de $2^{amp},15$. Nous l'avons laissée allumée pendant vingt minutes avant d'y faire pénétrer le grisou; sa capacité étant de 150^{cc} environ, elle avait sûrement atteint à ce moment le maximum de l'échauffement qu'elle pouvait acquérir : l'arrivée du grisou a produit l'affaiblissement graduel de l'incandescence et l'amincissement du filament; ce dernier effet augmentant la résistance de la lampe, le voltage s'est élevé à 19 volts, tandis que l'ampérage est tombé à $1^{amp},5$; puis, au bout de deux minutes et dix secondes, l'extinction s'est faite au point brillant situé vers la partie supérieure du filament. Nous avons soumis une lampe du même modèle à un surmenage énorme, en l'alimentant par un courant de 55 volts qui est tombé bientôt après à 40 volts et s'y est maintenu pendant les deux minutes qui ont précédé l'extinction.

» En résumé, *avec aucune des lampes précédentes dont le filament n'était pas brisé préalablement nous n'avons obtenu l'explosion du mélange de grisou le plus explosif*.

» Il est facile de donner l'explication de ce fait. Nous avons établi, dans notre première Note [1], que les fils métalliques incandescents sont

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 752.

impuissants à déterminer l'explosion des mélanges les plus explosifs ; il en est de même du filament des lampes. Il faut ajouter que la combustion sans flamme du grisou qui paraissait peu nette dans nos premières expériences se produit dans les lampes d'une manière bien évidente. En effet, après le refroidissement de la lampe, on aperçoit la vapeur d'eau provenant de la combustion condensée sur la paroi de la lampe, le gaz intérieur n'est plus inflammable par une allumette et trouble abondamment l'eau de chaux : il s'est donc formé du gaz carbonique et la nature du gaz explosif s'est modifiée de façon à n'être plus explosive au moment de la rupture du filament. L'étincelle qui se produit alors demeure sans effet.

» Nous avons réussi à obtenir l'explosion en faisant une expérience qui est une sorte de contrôle des précédentes. La lampe qui nous a servi était de 90 volts et avait eu son filament brisé avant l'épreuve au point de la soudure du filament avec le porte-filament de platine ; après avoir été remplie du même gaz que les précédentes, elle a été soumise à l'action d'un courant de 110 volts ; elle ne s'est pas allumée, mais les parties dessoudées étant amenées au contact l'une de l'autre, par des secousses, il jaillissait des étincelles et le courant subit qui s'établissait était assez intense pour communiquer à l'aiguille de l'ampèremètre une impulsion correspondant à 1 ampère ; les premières étincelles n'ont produit aucun effet, mais l'une d'elles a provoqué une violente explosion qui a réduit le verre de la lampe en menus fragments.

» Nous avons voulu renouveler cette expérience, avec une autre lampe, mais sans succès, car, après une douzaine d'étincelles, la soudure s'est faite entre les deux portions du filament et la lampe a repris son fonctionnement normal. On voit donc, d'après ces expériences, que le danger ne paraît pas résider, comme on avait pu le croire, dans l'incandescence du filament et dans la haute température à laquelle il est porté, mais uniquement dans les étincelles électriques. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la transformation de la graisse par oxydation directe.* Note de M. **M. Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

« La Note publiée par M. Bouchard, dans le numéro des *Comptes rendus* du 3 octobre, me conduit à faire connaître les résultats de quelques expé-

riences que j'avais entreprises en 1895, précisément dans le but de constater si l'oxydation directe des graisses ne donnerait pas lieu à du sucre, à du glycogène ou à des corps réducteurs, que l'on pourrait ensuite retrouver dans le sang. Les résultats obtenus n'ont pas été conformes à mes prévisions, et j'ai bientôt reconnu que, dans l'organisme, les graisses ne sont point *directement* oxydées; toutefois, je crois que ces expériences, quelque incomplètes qu'elles soient, peuvent élucider le mécanisme de l'augmentation de poids observée pendant le jeûne.

» J'ai d'abord cherché à provoquer l'oxydation de la graisse à l'air, soit en la mélangeant avec du noir de platine, soit en l'additionnant d'une oxydase (laccase); dans les deux cas le résultat a été entièrement négatif.

» J'ai disposé alors, dans un tube en U, $1^{gr},371$ de graisse bien neutre, purifiée par dissolution dans la benzine et agitation avec la potasse, et j'ai fait passer sur cette graisse réduite en couche mince un courant d'ozone. L'absorption a été considérable. Au bout de six heures, elle était de $0^{gr},203$, soit environ de 15 pour 100 du poids de la graisse; douze heures après, l'absorption totale était de $0^{gr},235$ et le poids n'augmentait plus quand on continuait le courant d'ozone. Mais il suffit de fondre la graisse sur le tube même pour renouveler les surfaces et absorber de nouveau un peu d'ozone. Au bout de cinquante heures environ, j'ai pu fixer $0^{gr},312$, soit près de 23 pour 100 du poids de la graisse mise en expérience. Le poids d'oxygène fixé sur le corps gras est même certainement plus fort, car il se dégage de petites quantités d'acide carbonique que j'ai reconnu qualitativement, mais que je n'ai pu mesurer à cause de la difficulté de faire un joint convenable résistant à l'ozone.

» Dans une seconde expérience, poussée moins loin, j'ai fixé sur $8^{gr},3$ de graisse, $1^{gr},2$ d'ozone.

» Quelle est la nature des produits formés? Sous l'action de l'ozone, on voit la graisse se recouvrir d'une pellicule blanchâtre, insoluble dans l'éther et dans l'eau, et dont j'ai recueilli environ $0^{gr},02$. Ce corps est neutre, ne se colore pas par l'iode et ne se dissout ni dans les acides ni dans la liqueur de Schweizer. Il ne réduit pas non plus la liqueur de Fehling; ce n'est donc ni de l'amidon, ni de la cellulose comme je l'avais supposé d'abord. La petite quantité que j'en ai obtenu ne m'a pas permis d'en faire l'analyse élémentaire.

» La graisse, débarrassée de ce produit par l'éther, cède peu de chose à l'eau; celle-ci n'est aucunement réductrice. J'y ai toutefois constaté nettement l'acide acétique par ses réactions avec le perchlorure de fer et avec l'acide arsénieux; mais, je n'ai pu y trouver trace d'acide oxalique, que j'ai cependant spécialement recherché.

» Enfin, le résidu insoluble dans l'eau s'est en partie dissous dans la potasse, et l'addition d'un acide a reprécipité une petite quantité d'acides huileux, vraisemblablement des acides gras (butyrique, caproïque), etc., mais le peu de matière que j'avais à ma disposition ne m'a pas permis de tenter la séparation de ces acides.

» *En résumé,* j'ai constaté que les graisses peuvent fixer une quantité relativement considérable d'oxygène sous sa forme active. Ceci vient donc à l'appui de l'hypothèse de M. Bouchard, que l'augmentation de poids qu'il a constatée provient de la fixation d'oxygène sur les graisses. Mais je n'ai pu constater, contrairement à ce que je supposais moi-même, la formation d'aucun corps réducteur, ni sucre, ni amidon, ni cellulose, pas plus que d'acides formique ou oxalique. Les produits de cette oxydation sont donc principalement formés d'acides gras dont l'un, l'acide acétique, a été constaté directement, la présence de l'acide butyrique étant également fort probable. »

BOTANIQUE. — *Sur la cause de la structure spiralée des racines de certaines Chénopodiacées* [1]. Note de M. **Georges Fron**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai décrit la structure de certaines plantes appartenant à la famille des *Chénopodiacées,* présentant une asymétrie qui se manifeste sur une coupe transversale par l'apparence d'une double spirale de tissus libéroligneux, particulièrement chez les *Suæda* et les *Salsola* du groupe des *Spirolobées* [2].

» J'ai constaté que cette asymétrie existe aussi chez certaines Chénopodiacées du groupe des *Cyclolobées*. Le but de la présente Note est de montrer que l'origine de cette modification, qui change si complètement l'aspect de la coupe transversale de la racine, se trouve dans la disposition de l'embryon. On sait que le groupe des *Cyclolobées* est caractérisé par ce fait que l'embryon est recourbé circulairement autour de l'albumen. Or, deux cas peuvent se présenter parmi les *Cyclolobées :* dans le premier cas (*Beta, Spinacia,* etc.), le sommet des cotylédons ne vient pas au contact de l'ex-

---

(1) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) G. Fron, *Sur la racine des* Suæda *et des* Salsola (*Comptes rendus,* 9 août 1897).

trémité de la radicule; dans le second cas (*Atriplex hastata, Chenopodium opulifolium,* etc.), l'embryon forme un cercle complet de façon que le sommet des cotylédons s'applique exactement sur la radicule. C'est ce que Moquin-Tandon a constaté en disant, pour définir ces deux dispositions : *Embryo annularis aut semi annularis.*

» Étudions en détail ce qui se passe dans l'*Atriplex hastata*, par exemple :

» La graine de cette plante, disposée verticalement dans le fruit, présente en section longitudinale un embryon entourant un albumen abondant, amylacé.

» Durant son développement, l'embryon, fixé au suspenseur par la radicule, s'est progressivement courbé tout autour de l'albumen, les cotylédons n'absorbant, au fur et à mesure de leur développement, qu'une faible quantité de la provision nutritive qu'ils entourent. Le sommet des cotylédons vient bientôt au contact de la radicule; mais, comme il continue à se développer, il la recouvre intérieurement sur une longueur plus ou moins grande en la comprimant.

» Il résulte de cette disposition une déformation de la radicule qui s'aperçoit bien lorsque, ouvrant la graine avec précaution, on dégage l'embryon.

» Suivons maintenant, dès la germination, la formation des éléments primaires libéro-ligneux dans la radicule puis dans la racine.

» La différenciation commence par l'établissement de deux tubes criblés opposés l'un à l'autre de chaque côté de la lame vasculaire non encore différenciée. Ces deux tubes criblés se forment par suite du cloisonnement tangentiel de cellules sous-péricycliques. Peu de temps après la différenciation de ces deux cellules, les deux premiers vaisseaux primaires apparaissent également dans l'assise sous-péricyclique. Nous avons donc à ce moment, dans cette assise, quatre cellules différenciées, opposées deux à deux. Mais tandis que, d'un côté, l'un des tubes criblés est séparé par sept cellules de chacun des deux premiers vaisseaux, de l'autre, le second tube criblé est séparé par sept cellules de l'un des vaisseaux et par cinq seulement du second; de telle sorte que le second tube criblé est un peu déplacé et n'est pas tout à fait diamétralement opposé au premier.

» Un peu plus tard se différencient d'autres tubes criblés autour de ceux déjà établis, mais cette différenciation se fait inégalement; le deuxième tube criblé étant déjà formé d'un côté, alors qu'il ne l'est pas de l'autre.

» La compression des cotylédons sur la radicule provoque donc, dès le début des formations primaires, un léger déplacement des éléments et produit, en outre, une inégalité de développement des deux îlots libériens. Celui qui est en retard sur l'autre correspond à la région comprimée de la radicule.

» Ce déplacement et ce retard entravent l'extension des tissus libériens et des cellules qui les entourent. L'asymétrie initiale retentit, en s'accentuant, sur les formations secondaires normales et ensuite sur les formations péricycliques qui constituent l'anomalie des Chénopodiacées.

» Il en résulte que, d'un côté, l'assise génératrice péricyclique vient presque au même niveau que l'assise génératrice normale, d'où l'origine de la structure spiralée.

» La même disposition se trouve chez l'*Atriplex hortensis*, l'*A. tornabini*, etc., de même que chez plusieurs espèces du genre *Chenopodium* (*Ch. opulifolium*, *Ch. olidum*, etc.). Toutes ces espèces du groupe des Cyclobées, qui présentent une compression de la radicule par suite du développement des cotylédons, ont des racines offrant la structure asymétrique spiralée comme l'*Atriplex hastata* et comme les *Spirolobées*. Il est à peine besoin de faire remarquer que, chez ces dernières, l'extrémité de la radicule se trouve toujours comprimée par une autre partie de l'embryon.

» Le genre *Salicornia* est particulièrement intéressant à signaler : chez le *Salicornia macrostachya*, les cotylédons sont peu développés et légèrement recourbés, restant presque dans le prolongement de la radicule. Pendant le développement de la racine, les formations successives sont disposées symétriquement par rapport à deux plans perpendiculaires entre eux. Au contraire, le *Salicornia herbacea* présente dans la graine un embryon volumineux, l'albumen a été presque entièrement absorbé par les cotylédons, et une brusque courbure au niveau de la tigelle amène la radicule contre la face inférieure de l'un d'eux. Dans ce cas, pendant le développement de la racine, les formations primaires présentent une asymétrie moins prononcée que dans l'*Atriplex hastata*, mais qui n'en existe pas moins, et qui s'accentue plus tard lorsque se produisent les formations secondaires.

» Comme, en dehors de cette différence, toutes les espèces du genre *Salicornia* présentent des caractères anatomiques communs très importants, on peut trouver, dans l'asymétrie du *Salicornia herbacea*, une confirmation bien nette du rôle que joue la disposition de l'embryon.

» Ces considérations présentent un intérêt particulier. Elles nous montrent qu'une action purement mécanique, ne s'exerçant que pendant un temps très court sur des tissus en voie d'évolution, peut avoir une grande influence et produire des modifications qui s'accentuent pendant le développement de l'organe.

» *Conclusions.* — La structure de la racine chez les Chénopodiacées présente, dans le groupe des Spirolobées, et chez certaines espèces du groupe des Cyclolobées, une asymétrie de structure qui se traduit, sur une coupe transversale, par la disposition des tissus suivant une double spirale.

» Cette asymétrie a pour cause la compression mécanique des cotylédons contre la radicule dans la graine. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Blepharopoda fauriana, *Crustacé anomoure de la famille des Hippidés*. Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le Muséum a reçu de M. l'abbé Faurie, en 1887, un Crustacé anomoure des plus remarquables, qui fut recueilli dans la mer près d'Hakodate, au Japon. Ce Crustacé appartient à la famille des Hippidés et se range dans la tribu des Albunéens qui est la plus primitive de cette famille. Je l'attribue au genre *Blepharopoda* parce qu'il en présente la plupart des caractères essentiels, mais c'est en réalité une forme mixte : il tient à la fois des Albunées et des Blépharopodes et représente, à très peu près, le type auquel on peut rattacher tous les Hippidés. Nous l'appellerons *Blepharopoda fauriana* en l'honneur du missionnaire qui l'a capturé.

» C'est dans la région ophtalmique qu'on peut observer les caractères les plus essentiels de cette espèce. Les pédoncules oculaires sont grêles et rétrécis dans leur partie moyenne; ils sont largement écartés par de grosses écailles ophtalmiques et celles-ci viennent se mettre en rapport, inférieurement, avec une petite pièce triangulaire au-dessous de laquelle on voit souvent, par transparence, les taches noires confluentes de l'œil nauplien. Tous ces traits d'organisation, sauf peut-être le dernier, sont propres aux *Blepharopoda*, mais les pédoncules oculaires ne sont pas divisés en deux articles comme dans ce dernier genre, ils ne se dilatent pas à leur extrémité cornéenne et, à ces deux points de vue, rappellent tout à fait ceux des *Albunea*.

» Les pédoncules oculaires brisés en articles des autres Blépharopodes et de tous les Hippiens sont dus évidemment à une adaptation secondaire, et d'ailleurs, comme les *Blepharopoda* sont beaucoup plus primitifs que les *Albunea*, on est en droit d'admettre que l'arceau ophtalmique du *Bl. fauriana* rappelle celui de la forme dont est issue la famille. En s'amincissant et en se brisant en articles, tout en restant écartés, les pédoncules oculaires du *Bl. fauriana* ont donné naissance à ceux des autres Blépharopodes et des Hippiens; en devenant contigus, squamiformes, et en se rétrécissant beaucoup dans la région cornéenne, à ceux des *Albunea* et des *Lepidops*. L'*Albunea elegans* Edw. et Bouv. se rapproche, plus que toute autre espèce, du *Bl. fauriana;* ses pédoncules oculaires sont encore longs et étroits, et l'on observe, sur le bord inférieur de leur base articulaire, une échancrure

membraneuse qu'on retrouve à la même place dans le *Bl. fauriana*, ou dans l'article basilaire du pédoncule des autres Blépharopodes. Cette disposition prouve, d'ailleurs, que les pédoncules oculaires simples correspondent aux pédoncules articulés tout entiers, et non à un seul de leurs articles.

» Le *Bl. fauriana* ressemble encore aux Albunées par ses pinces dépourvues d'épines; pour le reste, il ne paraît pas différer des autres Blépharopodes et présente comme eux un fouet articulé sur l'exopodite des pattes-mâchoires intermédiaires, un article denticulé sur l'endopodite des pattes-mâchoires postérieures et un fouet simple sur l'exopodite de ces derniers appendices; j'ajouterai que les éléments branchiaux sont d'étroits filaments et que ce caractère primitif, comme les précédents, distingue les Blépharopodes des Albunées.

» La formule branchiale des Blépharopodes est aussi très primitive. Dans le *Bl. fauriana* j'ai observé trois fortes pleurobranchies situées audessus des pattes 2 à 4, une paire d'arthrobranchies à la base des quatre pattes antérieures, une petite arthrobranchie (et peut-être deux) sur l'articulation des pattes-mâchoires postérieures, enfin une petite lamelle épipodiale garnie de filaments branchiaux sur le coxopodite de cette dernière paire. Dans les Albunées, cette podobranchie et cet épipodite font défaut, et les pleurobranchies elles-mêmes sont rudimentaires ou nulles, à l'exception d'une pleurobranchie accessoire qu'on trouve au-dessus des pattes de la dernière paire. Ce dernier caractère, de même que la présence d'une écaille antennaire, montre que les Albunées dérivent d'une forme un peu plus primitive que le *Bl. fauriana*, mais qui avait toutes les branchies de cette espèce. Du reste, ces branchies devaient avoir quatre rangées de filaments, comme on l'observe dans le *Bl. fauriana*, et, par ce caractère, ressemblaient à celles des autres Anomoures les plus primitifs (*Pylocheles, Mixtopagurus, Parapagurus, Aeglea*).

» Il est donc naturel de penser, avec les zoologistes les plus compétents, que tous les Anomoures ont eu, pour point de départ, la même forme fondamentale. M. Boas a établi, par des arguments sérieux, que cette forme tenait à la fois des Homariens et des Thalassinidés; les observations que j'ai faites confirment cette manière de voir : la pleurobranchie postérieure des Albunées, les nombreux filaments des grandes branchies des Blépharopodes et la curieuse podobranchie du *Bl. fauriana* sont des caractères homariens fort typiques et éloignent sensiblement les animaux qui nous occupent des Thalassinidés actuels. »

ZOOLOGIE. — *Anatomie et fonctions physiologiques des organes arborescents ou poumons aquatiques de quelques Holothuries* (¹). Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les organes arborescents des Holothuries ont été décrits d'une façon générale par Semper, Teuscher, Hamann, Hérouard, etc., et, au point de vue histologique, par Jourdan dans ses *Recherches sur l'histologie des Holothuries*. Nos observations actuelles ont surtout porté sur les espèces suivantes, fort abondantes dans le golfe de Marseille, à savoir : *Holothuria impatiens* (Gmelin), *Hol. Poli* (Delle Chiaje), *Hol. tubulosa* (Gmelin) et *Stichopus regalis* (Selenka). Tout en étudiant les particularités anatomiques de ces organes, nous avons reconnu que, outre leurs fonctions hydrostatique, respiratoire et amœbopoiétique ou plastidogène, ils jouent encore le rôle de *glandes excrétrices, analogues aux glandes urinaires*.

» Les *poumons aquatiques* des Holothuries, sortes de diverticules intestinaux, sont constitués par deux tubes cylindriques, portant latéralement de nombreuses ramifications terminées par des ampoules ou petites vésicules de forme ovoïde. Ces organes vont déboucher séparément (*Holothuria tubulosa*), ou par l'intermédiaire d'un conduit commun très court (*Stichopus*), à l'extrémité antérieure du cloaque. Une faible valvule, recourbée en croissant, sépare le conduit de ce cloaque. A partir du vestibule terminal qui reçoit également le rectum, les deux troncs principaux des poumons aquatiques se dirigent en avant en suivant deux directions différentes. Le droit monte le long des parois du corps, dans l'espace compris entre deux faisceaux de muscles ambulacraires et s'étend jusqu'à l'extrémité antérieure du corps, en arrière de l'anneau calcaire. Ce tube n'est relié à la paroi du corps que par une série de brides mésentériques, espacées de distance en distance et se continuant avec les faisceaux circulaires pariétaux. Le tronc gauche, au contraire, passe, en la contournant, sur la première partie de la portion transverse intestinale postérieure, puis continue sa marche en avant, jusqu'aux glandes génitales, recouvrant ainsi, de ses nombreuses ramifications, une masse de couleur jaunâtre, constituée par un ensemble de petits tubes cylindriques dépendant du système amœbogène. Le poumon gauche est compris, presque en entier, entre les deux branches ascendante et descendante du tube digestif. Chacun des troncs pulmonaires se divise en ramifications de plusieurs ordres, terminées par des vésicules ovoïdes, à parois minces, transparentes et à surface externe ciliée. Ces vésicules, qu'on peut considérer comme des dilatations terminales des derniers ramuscules pulmonaires, présentent tantôt une légère ombilication, tantôt une

(¹) Résumé d'un Travail fait au laboratoire de Zoologie maritime d'Endoume (Marseille).

très faible éminence dans leur portion cœcale. Il n'y a, par conséquent, nulle communication entre l'extérieur et la cavité générale, et l'on ne peut homologuer ces organes avec les cœcums rectaux des Bonellies et des Échiures.

» La structure histologique des poumons aquatiques est à peu près identique à celle du tube digestif. Il n'y a rien là qui doive nous surprendre. attendu qu'ils peuvent être considérés comme des diverticules arborescents de ce dernier organe. Le seul caractère important à signaler c'est la présence d'une membrane vibratile à la surface des vésicules terminales de chaque ramuscule pulmonaire.

» Les fonctions les plus importantes des organes arborescents sont :

» 1° *La fonction respiratoire* que lui ont reconnue la plupart des zoologistes. Chez les *Holothuria* et les *Stichopus,* la respiration est très active, attendu que l'eau est expulsée à l'extérieur, par l'orifice cloacal, deux fois par minute. L'eau, chargée d'oxygène, circule dans les divers rameaux de l'appareil pulmonaire, mais c'est tout spécialement à la surface des vésicules terminales que s'effectuent les échanges gazeux. L'expulsion du liquide est due principalement aux contractions du réservoir cloacal et du tronc principal de l'organe.

» 2° *La fonction locomotrice* ou *hydrostatique*. En effet, les poumons, dilatés par la présence de leur contenu liquide, servent à combler le vide qu'amènerait fatalement la distension du corps. De plus, grâce à la compression qu'éprouve le liquide de la cavité générale, la paroi du corps devient plus rigide et donne un point d'appui aux faisceaux musculaires, Pour se convaincre de ce fait il suffit, quand l'animal est dilaté, de fermer hermétiquement l'orifice cloacal pour constater que les parois du corps de l'animal conservent leur contraction primitive.

» 3° *La fonction amœbopoiétique,* consistant dans la production de nombreux amœbocystes qui prennent naissance dans les lacunes pariétales des vésicules des organes arborescents.

» 4° *La fonction excrétrice,* qui permet, au point de vue physiologique, d'homologuer les organes arborescents aux glandes urinaires des autres animaux. Carus prétend avoir trouvé de la guanine dans les organes de Cuvier de la *Cucumaria frondosa,* et Selenka dit avoir constaté, dans ces mêmes organes, la présence de l'acide urique. Cependant il est à peu près certain que les observations de ces deux zoologistes se rapportent, non pas aux organes de Cuvier, mais bien aux poumons aquatiques. Les multiples recherches que nous avons faites sur les organes arborescents des genres *Holothuria* et *Stichopus,* contrôlées par de nombreuses expériences, nous

ont permis de constater, dans ces organes, de l'*acide urique* et des *urates*. Parmi les substances solides recueillies dans les ampoules terminales, le conduit principal et le réservoir cloacal des *organes arborescents,* nous avons remarqué la présence de cristaux réunis en tonnelets, en navettes et de cristaux parallélépipédiques et losangiques, à faces planes et brillantes, si caractéristiques de *l'acide urique*. D'autre part, dans ces mêmes dépôts, de petites masses sphéroïdales, hérissées de fines aiguilles cristallines, avaient toutes les apparences des cristaux en glomérules et en aiguilles de *l'urate de soude*. Les *organes arborescents* des Holothuries ont donc des *fonctions excrétrices* comparables à celles des organes rénaux des Vertébrés et des tubes de Malpighi des Insectes. »

MINÉRALOGIE. — *Les filons granulitiques et pegmatiques des contacts granitiques de l'Ariège. Leur importance théorique.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« La bande de calcaires paléozoïques, isolée au milieu du granite du Quérigut par assimilation des schistes entre lesquels elle était intercalée ([1]), renferme en extrême abondance des filons de roches acides qui présentent à mes yeux une importance capitale au sujet de l'origine du métamorphisme de contact. J'ai rencontré ces roches dans de très nombreux gisements, sur un parcours d'environ 24^{km}, mais elles sont particulièrement fréquentes dans le massif du Roc Blanc de Mijanès et surtout dans les flancs nord (haute vallée de Barbouillère) et sud (haute vallée de Baxouillade) de celui-ci; on y voit de hautes falaises de calcaires marmoréens, de cornéennes et surtout de grenatites rouges, traversées par un lacis de filons d'une roche d'un blanc éclatant dont le grain est tantôt fin comme celui des aplites les plus compactes et tantôt gros comme celui des pegmatites, avec tous les passages intermédiaires; leur épaisseur varie depuis quelques centimètres jusqu'à plusieurs mètres.

» Au point de vue de la composition minéralogique, ces filons sont essentiellement constitués par des feldspaths, parmi lesquels domine le microcline, accompagné d'albite, d'oligoclase-albite et de plus ou moins de quartz; le pyroxène (diopside vert) est constant et souvent associé à de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1021; 1896.

la hornblende; enfin j'ai observé dans un filon de la vallée de Barbouillère un minéral qui n'a jamais été rencontré dans de semblables roches, la *wollastonite,* disséminée d'une façon aussi régulière que le pyroxène.

» Il y a lieu de signaler en outre quelques minéraux accessoires : apatite, zircon, sphène, allanite, épidote et zoisite. Les éléments blancs dominent en général de beaucoup sur les autres minéraux; mais, dans quelques cas particuliers, ces derniers se développent en grande quantité et la roche change de caractère pour passer à des épidotites ou à des pyroxénites plus ou moins feldspathiques et quartzeuses. La structure de toutes ces roches filoniennes est franchement granulitique.

» Ces filons ne peuvent être considérés comme le remplissage de fentes par une dernière poussée du magma granitique. En effet, ils ne traversent pas le granite ni ses formes endomorphes; ils partent directement du contact de celles-ci et des roches métamorphiques. Le passage à la roche éruptive est brusque et il n'y a souvent entre les deux roches aucun minéral commun; c'est ainsi, par exemple, qu'on voit des filons constitués par du microcline, de l'albite, du quartz et du pyroxène, s'appuyer sur une paroi de diorite, constituée par de la hornblende, de la biotite et des plagioclases basiques avec une zone de transition ne dépassant pas quelques centimètres.

» Il est donc nécessaire d'admettre que ces filons, qui n'existent que dans les contacts granitiques, sont le résultat de transports moléculaires effectués par l'intermédiaire d'agents minéralisateurs ayant accompagné le magma granitique. Cette origine est encore prouvée par les passages insensibles de ces filons à des remplissages incomplets de fentes, dans lesquelles se rencontrent de beaux cristaux de microcline, d'orthose, d'albite, de quartz, d'épidote, etc.

» La considération de la nature des minéraux constituant les filons qui nous occupent conduit à un autre résultat important; les plus abondants de ces minéraux, les feldspaths potassiques et sodiques, les plagioclases très acides, le quartz sont précisément ceux-là mêmes dont j'ai montré (1) la production intense par action exomorphe, non seulement dans les schistes paléozoïques transformés au contact du granite de ces mêmes gisements, mais encore dans les calcaires et les cornéennes traversés par

---

(1) *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact* (*Bull. Carte géol. de France,* n° 64, t. X; 1898).

les filons qui nous occupent. *Ces filons constituent donc une preuve matérielle de la réalité de ces apports durables qui, dans un très grand nombre de cas, constituent le caractère essentiel des transformations métamorphiques de contact des roches éruptives;* ils résultent de la concentration de ces apports dans les fentes de la roche sédimentaire quand celle-ci, par suite d'une entière transformation, a cessé de pouvoir les absorber pour donner naissance aux divers types métamorphiques.

» Les minéraux calciques et magnésiens (pyroxène, wollastonite, épidotes) que ces filons renferment en petite quantité résultent de la réaction de la paroi du filon sur les produits volatils ou dissous qui circulaient à sa proximité, et il n'est pas sans intérêt, à ce propos, de remarquer que ce sont, eux aussi, les minéraux formés dans les sédiments métamorphiques voisins. Ainsi, les filons coupant les roches sédimentaires et formés sans aucun doute par apport extérieur à celles-ci, de même que les couches sédimentaires métamorphiques elles-mêmes tendent d'une façon générale vers une composition minéralogique *qualitative* semblable; mais il y a plus, quand l'influence de la paroi a été considérable, au lieu d'être limitée comme dans la plupart des cas, le remplissage des filons est constitué par des épidotites ou pyroxénites feldspathiques ou quartzeuses qui ne diffèrent pas *quantitativement* de celles qui résultent de la transformation de couches sédimentaires. C'est là encore une preuve nouvelle en faveur de la théorie qui se refuse à ne voir dans les phénomènes de contact que de simples transformations physiques des sédiments qui les présentent. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Circulation des eaux dans le glacier du Rhône.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« La Commission des glaciers de la Société helvétique des Sciences naturelles vient d'exécuter avec un plein succès deux expériences sur la circulation des eaux dans l'intérieur du glacier du Rhône, en colorant ces eaux avec de la fluorescéine. Voici les résultats, qui semblent d'intérêt général :

» *Première expérience.* — Le 22 août 1898, à 8^h30, MM. F.-A. Forel et L. Held ont versé 2^{kg} de fluorescéine dans un ruisseau qui se perdait dans le glacier, près de la rive droite, au lieu dit *le golfe des Nuraines,* en amont de la grande cascade de glaces. La couleur a apparu dans le torrent du glacier à 9^h40 et l'eau est restée colorée

jusqu'à 10^h40. Le trajet intra-glaciaire avait une longueur horizontale de 10^{km} et une hauteur de chute de 500^m, ce qui représente un chemin en ligne droite de 1118^m, avec une pente de 50 pour 100. La vitesse de circulation de l'eau a été de 16^m à la minute, pour la première apparition de la couleur (vitesse maximum); de 13^m, pour la vitesse moyenne.

» *Deuxième expérience.* — Le 30 août 1898, à 8^h du matin, M. L. Held a versé $1^{kg},5$ de fluorescéine dans un ruisseau se perdant dans un *moulin*, sur le milieu du *profil rouge* du glacier, à 2^{km} en amont de la cascade de glaces. La couleur verte est apparue dans le torrent du glacier à 12^h5, et l'eau est restée colorée jusqu'à 12^h52. Le trajet intra-glaciaire avait une longueur horizontale de 3040^m et une hauteur de chute de 754^m, ce qui représente un chemin en ligne droite de 3132^m, avec une pente de 24 pour 100. La vitesse moyenne de cheminement de l'eau a été de 12^m à la minute, la vitesse maximum de 13^m.

» Ces vitesses de progression de l'eau dans l'intérieur du glacier sont analogues à celles des ruisseaux coulant à l'air libre, dans les mêmes conditions de pente et de débit. Nous pouvons donc conclure de nos expériences que, dans l'intérieur du glacier, l'eau circule sans s'arrêter dans des bassins, réservoirs ou lacs. Il n'y a pas de lac sous-glaciaire, au glacier du Rhône.

» La comparaison avec des expériences analogues, faites dans des conditions différentes, nous amène à une seconde conclusion intéressante. Toutes les recherches faites jusqu'à présent sur le cheminement des eaux ont donné des vitesses de circulation beaucoup plus lentes. Les expériences de Knop à l'Aachquelle, de F. Muller à la Recca, d'Agostini et Marinelli à la Pollaccia, de Magnin à la source d'Arcier, de Martel dans diverses cavernes, etc., ont toutes montré un retard extraordinaire dans la vitesse de transmission des eaux. Je citerai deux expériences faites par MM. F.-A. Forel et H. Golliez, dans le Jura vaudois, pour étudier l'écoulement des eaux entre les lacs de Joux et la source de l'Orbe à Vallorbe.

» *Première expérience.* — 28 décembre 1893. Nous avons versé dans l'entonnoir de Bonport, au lac Brenet, $3^{kg},2$ de fluorescéine, et nous l'avons vu apparaître au bout de vingt-deux heures à la source de l'Orbe, après un trajet souterrain de $2^{km},9$ en distance horizontale, avec une hauteur de chute de 226^m, représentant un trajet en ligne droite de 2909^m avec une pente de 77 pour 1000. La vitesse maximum de la circulation de l'eau a été, dans ce cas, de 2^m à la minute.

» *Deuxième expérience.* — Le 6 janvier 1894, à 11^h du matin, nous avons fait verser $4^{kg},2$ de florescéine, dans l'entonnoir de Rocheray, au lac de Joux, et l'on a vu la couleur verte apparaître à la source de l'Orbe le 18 janvier, à 4^h du soir, après un voyage souterrain de 11^{km}, avec une chute de 226^m, soit avec une pente de 2 pour 1000.

L'eau avait mis deux cent quatre-vingt-treize heures pour faire ce chemin, ce qui représente une vitesse maximum de $0^m,7$ à la minute.

» Cette vitesse de cheminement des eaux dans les canaux souterrains du Jura est extrêmement lente. La plupart des expériences analogues donnant de même des vitesses de circulation très faibles, on pouvait se demander si le fait du cheminement souterrain aurait, en soi, quelque cause de ralentissement de la vitesse de transmission des eaux. Nos expériences au glacier du Rhône, ayant donné une vitesse que nous pouvons considérer comme normale, nous permettent d'affirmer qu'il n'en est rien, que la circulation des eaux souterraines peut avoir lieu sans ralentissement sensible.

» Nous sommes donc autorisés à conclure de ces diverses expériences que, tandis que dans le glacier du Rhône les eaux ne s'égarent pas dans des réservoirs intra-glaciaires ou sous-glaciaires, dans le Jura vaudois, au contraire, et partout où la marche des eaux est ainsi ralentie, celles-ci s'arrêtent dans des lacs ou étangs souterrains, où elles séjournent plus ou moins longtemps. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats d'un sondage de la haute atmosphère (ascension du 23 août 1898.)* Note de MM. **G. Hermite** et **G. Besançon**.

« Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de la dernière ascension de notre petit ballon-sonde de 40^{mc}, lancé au Champ-de-Mars le 23 août 1898 à midi 25.

» Il était gonflé, cette fois, avec du gaz hydrogène; il emportait, comme d'habitude, un baro-thermographe soigneusement vérifié et disposé dans l'intérieur du panier parasoleil, à 20^m en dessous du ballon.

» Quelques minutes après le départ, l'aérostat disparaissait derrière des nuages, dans la direction du sud-ouest, et, le soir même, nous recevions une dépêche nous annonçant qu'il était tombé entre les mains du garde-champêtre d'Orly-sur-Morin (S.-et-M.). Nous nous rendîmes aussitôt à la mairie de cette localité, où le ballon et son parasoleil avaient été précieusement remisés. Nous eûmes la satisfaction de trouver, sur le cylindre enfumé du baro-thermographe, les beaux diagrammes dont nous avons l'honneur de mettre le fac-similé sous les yeux de l'Académie.

» La courbe fournie par le baromètre ne présente rien d'anormal. Elle indique que le ballon est parvenu quarante-cinq minutes après le départ à

son point culminant (300^{mm} de mercure, soit une altitude, sans correction, de 7300^{m} environ).

» L'atterrissage a eu lieu à 2^{h} 34^{s}.

» En examinant le diagramme fourni par le thermomètre, nous trouvons une température minima de — 60°C. pour une altitude de 6500^{m} environ.

Courbes fournies par le baro-thermographe dans l'ascension du 23 août 1898.

C'est la température la plus basse que l'on ait observée à cette hauteur relativement faible. Dans nos précédents sondages, nous ne rencontrions cette température qu'à une hauteur deux fois plus grande.

» Après cette ascension, nous avons fait vérifier sous nos yeux, chez M. Jules Richard, ce baro-thermographe; on a constaté son fonctionnement régulier et irréprochable, ce qui a dissipé les doutes que nous avions éprouvés d'abord sur la réalité de cet énorme et rapide abaissement de température. »

M. **L.-A. Levat** adresse une Note « Sur les actions réciproques des aimants et des diélectriques ».

M. P. Farreras adresse, de Saragosse, une Note « Sur la valeur thérapeutique du traitement du tétanos selon le procédé de M. Wassermann ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 octobre 1898.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. N° 7. Juillet 1898. Paris, Gauthier-Villars 1898; 1 fasc. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Octobre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. Tome III. N° 3. Septembre 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

Recherches anatomiques et taxinomiques sur les rosiers, par Paul Parmentier. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*) Paris, Masson et Cie, 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Société nationale d'Agriculture de France. Séance publique annuelle du 6 juillet 1898. Discours de M. Gustave Heuzey, Président de la Société. Paris, Chamerot et Renouard; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord, pendant l'année 1897, par le Dr Thiebaut, Secrétaire général, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, etc. N° LVI. Lille, Danel, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, E. Vallin, Secrétaire annuel. Séance du 4 octobre 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Juin 1898. Paris, 1898; 1 vol. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. *Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique.* Directeur : JOSEPH VINOT. Novembre 1898. Tours et Mayenne, E. Soudée; 1 fasc. in-4°.

Sur les déterminants infinis et quelques-unes de leurs propriétés, par JEAN VASSILAS VITALIS. Athènes, 1898; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mémoires de la Section topographique de l'État-Major général. Tome LV. Saint-Pétersbourg, 1898; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 OCTOBRE 1898.

Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste, par H. POINCARÉ, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences. Tome III : *Invariants intégraux; solutions périodiques du deuxième genre; solutions doublement asymptotiques.* Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XXII. Septembre et octobre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 2 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : LOUIS OLIVIER, Docteur ès Sciences. 9e année. N° 19. 15 octobre 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. grand in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel; E. VALLIN, Secrétaire annuel. N° 41. Séance du 11 octobre 1898.

Mathematische Annalen, begründet 1868 durch ALFRED CLEBSCH und CARL NEUMANN. Leipzig, 1898; 1 vol. in-8°.

Almanaque nautico para el año 1900, calculado de orden de la superioridad en el Instituto y observatorio de Marina de San Fernando. San Fernando, 1898; 1 vol. grand in-8°.

ERRATA.

(Séance du 26 septembre 1898.)

Page 454, ligne 6, *au lieu de* M. P. Apérie, *lisez* M. P. Apéru.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 OCTOBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales doubles de seconde espèce dans la théorie des surfaces algebriques;* par M. ÉMILE PICARD.

« On sait combien, dans la théorie des courbes algébriques, la distinction des intégrales abéliennes en *trois* espèces joue un rôle important. Dans un grand nombre de questions, les intégrales de *première* et de *seconde* espèce sont particulièrement intéressantes à considérer. Il est naturel de chercher à faire pour les intégrales doubles attachées à une surface algébrique, c'est-à-dire pour les intégrales doubles

$$(1) \qquad \iint R(x, y, z)\, dx\, dy \qquad [f(x, y, z) = 0]$$

(où R est rationnelle en x, y et z), une classification plus ou moins ana-

logue. On a considéré depuis longtemps les intégrales doubles de *première* espèce attachées à une surface, et ces intégrales jouent un rôle important dans les célèbres travaux de M. Nœther. J'ai indiqué récemment (*Comptes rendus*, 6 décembre 1897 et 24 janvier 1898) ce que l'on pouvait entendre par intégrale double de *seconde* espèce. Dans un premier Mémoire sur ce sujet, qui paraîtra prochainement, j'ai cherché à poser les bases d'une théorie *des intégrales doubles de seconde espèce* relatives aux surfaces algébriques. Je vais indiquer les principaux résultats de ce travail.

» 1. Définissons d'abord ce que nous entendons par intégrale double de seconde espèce. Prenons sur la surface un point arbitraire A, que l'on peut toujours par une transformation préalable supposer à distance finie. Si le point A est un point simple, nous disons que l'intégrale (1) présente en A le *caractère* d'une intégrale de seconde espèce, si l'on peut trouver deux fonctions rationnelles U et V de x, y et z telles que, après avoir formé l'intégrale double

$$(2) \qquad \iint \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} \right) dx\, dy,$$

la différence des intégrales (1) et (2) reste finie au voisinage de A (on considère, bien entendu, z comme fonction de x et y, quand on prend les dérivées partielles de U et V). Si le point A est un point multiple de f, on sait que l'on peut partager le voisinage de A en un certain nombre de régions telles que chacune d'elles corresponde birationnellement à une région R, située sur une surface F, et ne comprenant que des points simples de F; l'intégrale (1) présentera en A le caractère d'une intégrale de seconde espèce, si ses transformées par chacune des substitutions birationnelles à employer présentent, en tous les points de la région correspondante R de la surface correspondante F, le caractère d'une intégrale de seconde espèce. Si en tout point A de la surface (à distance finie ou à l'infini) l'intégrale (1) présente le caractère d'une intégrale de seconde espèce, *cette intégrale sera dite une intégrale double de seconde espèce*. Il est clair que les fonctions rationnelles U et V pourront varier avec le point A.

» 2. On s'assure tout d'abord que la forme des expressions (2) est de nature *invariante* relativement aux transformations birationnelles. On montre ensuite qu'une intégrale double de seconde espèce, relative à une surface f, se change, quand on transforme birationnellement f en une surface F, en une intégrale de seconde espèce de la surface F; ce fait ne résulte pas immédiatement de la propriété d'invariance des formes (2).

» 3. On peut donner des intégrales de seconde espèce une autre définition qui fait intervenir la considération des *résidus* de l'intégrale double. J'avais pensé autrefois qu'il y avait quelques difficultés à se placer à ce point de vue; en fait il n'en est rien. Admettons que l'intégrale (1) devienne seulement infinie le long de certaines lignes (que l'on peut supposer simples) d'une surface à singularités ordinaires, et pour les points à l'infini. Pour chacune de ces lignes et pour la ligne à l'infini, l'intégrale aura un certain nombre de *résidus*, au sens de M. Poincaré, qui sont des périodes (polaires ou cycliques) d'intégrales abéliennes. Si tous ces résidus sont nuls, l'intégrale sera de seconde espèce, et réciproquement. Cette seconde définition présente d'ailleurs pour nous moins d'intérêt que la première; dans les calculs, c'est à celle-ci qu'il faut toujours revenir.

» 4. Partons d'une surface f située d'une manière arbitraire par rapport aux axes, et ayant des singularités ordinaires, c'est-à-dire une ligne double avec des points triples (on sait que l'on ne diminue ainsi en rien la généralité). Un premier théorème très important est le suivant : *Toutes les intégrales doubles de seconde espèce relatives à la surface f peuvent se mettre sous la forme*

$$\iint \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y}\right) dx\, dy + \iint \frac{P(x, y, z)}{f'_z}\, dx\, dy,$$

U *et* V *étant rationnelles en x, y et z, et* $P(x, y, z)$ *étant un polynome qui s'annule sur la courbe double.*

» 5. Je montre ensuite que toutes les intégrales doubles de la forme

$$\iint \frac{P(x, y, z)\, dx\, dy}{f'_z}$$

se ramènent, par la soustraction d'une intégrale (2), à *un nombre limite d'entre elles*. Si alors nous convenons de dire que des intégrales doubles de seconde espèce sont distinctes, quand aucune combinaison linéaire de ces intégrales n'est de la forme (2), nous avons le théorème fondamental :

» *Il existe pour une surface algébrique un certain nombre* ρ *d'intégrales doubles distinctes de seconde espèce*

$$I_1, \quad I_2, \quad \ldots, \quad I_\rho,$$

telles que toute autre intégrale double de seconde espèce est de la forme

$$\alpha_1 I_1 + \alpha_2 I_2 + \ldots + \alpha_\rho I_\rho + \iint \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y}\right) dx\, dy,$$

les α *étant des constantes.*

» Le nombre ρ est un nombre *invariant*.

» 6. Reprenons une intégrale double relative à la surface f de degré m

$$\iint \frac{P(x, y, z)\, dx\, dy}{f'_z},$$

le polynome P de degré p s'annulant sur la courbe double. Il faut exprimer que cette intégrale est de seconde espèce. Posons

$$x = \frac{1}{X}, \qquad y = \frac{Y}{X}, \qquad z = \frac{Z}{X},$$

et soit $F(X, Y, Z) = 0$ la surface transformée. L'intégrale prend la forme

$$\iint \frac{1}{X^{p-(m-4)}} \frac{H(X, Y, Z)}{F'_Z} dX\, dY,$$

et p est supérieur à $m - 4$ si l'intégrale initiale n'est pas de première espèce.

» Par la soustraction d'une intégrale du type (2), nous ramenons l'intégrale à la forme

$$\iint \frac{1}{X} \frac{K(X, Y, Z)}{F'_Z} dX\, dY.$$

» Notre intégrale sera de seconde espèce si la fonction algébrique

$$\frac{K(O, Y, Z)}{F'_Z(O, Y, Z)} \qquad [F(O, Y, Z) = 0]$$

est la dérivée d'une fonction rationnelle de Y et Z, ce que l'on sait toujours reconnaître. Le nombre des conditions sera, en général,

$$2\pi + m - 1,$$

π désignant le genre d'une section plane quelconque de la surface.

» 7. J'ai indiqué les points essentiels qui forment la base de la théorie; dans un autre travail j'approfondirai quelques questions qui se posent d'elles-mêmes, et je montrerai, en particulier, la connexion intime qui existe entre la théorie des intégrales doubles de seconde espèce et l'étude *des cycles linéaires* sur une surface. J'indique seulement aujourd'hui quelques exemples très simples, pour ne pas rester uniquement dans les généralités.

» Quelles sont les intégrales de seconde espèce pour les intégrales doubles de fractions rationnelles? Il résulte du théorème fondamental

qu'elles sont toutes de la forme

$$\iint P(x, y)\, dx\, dy + \iint \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y}\right) dx\, dy,$$

P étant un polynome, U et V des fractions rationnelles de x et y; comme la première de ces intégrales rentre dans la seconde, nous n'avons ici d'autre intégrale de seconde espèce que

$$(3) \qquad \iint \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y}\right) dx\, dy \qquad (\text{U et V rationnelles en } x \text{ et } y).$$

» Le nombre ρ est égal à *zéro*.

» Il est facile de montrer quels seront les calculs à effectuer pour faire la réduction. Bornons-nous à l'intégrale

$$(I) \qquad \iint \frac{P(x, y)}{Q(x, y)}\, dx\, dy,$$

où P et Q sont des polynomes, dont le second est supposé irréductible. Cette intégrale sera de seconde espèce si l'intégrale abélienne

$$(4) \qquad \int \frac{P(\xi, \eta)}{Q'_\eta(\xi, \eta)}\, d\xi \qquad [Q(\xi, \eta) = 0]$$

est une fonction rationnelle de ξ et η. Supposons cette condition vérifiée; l'intégrale (4) peut alors se mettre sous la forme

$$\frac{M(\xi, \eta)}{R(\xi)},$$

$M(\xi, \eta)$ et $R(\xi)$ étant des polynomes. Formons l'intégrale

$$(5) \qquad \iint \left\{ \frac{\partial Q}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{M(x, y)}{Q(x, y) R(x)}\right] - \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{M(x, y)}{Q(x, y) R(x)}\right] \right\} dx\, dy.$$

Elle est de la forme (3); on voit que la différence des intégrales (I) et (5) peut s'écrire

$$\iint \frac{S(x, y)}{V(x)}\, dx\, dy,$$

S et V étant des polynomes, et la réduction à la forme (3) de cette intégrale de seconde espèce est immédiate.

» 8. Prenons, comme second exemple, une surface f qui correspond

birationnellement à l'ensemble de deux courbes

$$\varphi(\alpha, \beta) = 0, \qquad \psi(\alpha', \beta') = 0,$$

c'est-à-dire une surface pour laquelle les coordonnées d'un point arbitraire x, y, z sont des fonctions rationnelles de α, β, α' et β', avec inversion univoque. Les courbes φ et ψ étant supposées de genre supérieur à zéro, considérons les deux intégrales de seconde espèce

$$\int \mathrm{R}(\alpha, \beta)\, d\alpha \quad \text{et} \quad \int \mathrm{S}(\alpha', \beta')\, d\alpha',$$

relatives respectivement aux courbes φ et ψ. L'intégrale double

$$\int\int \mathrm{R}(\alpha, \beta)\, \mathrm{S}(\alpha', \beta')\, d\alpha\, d\alpha'$$

est manifestement de la forme

$$\int\int \mathrm{T}(x, y, z)\, dx\, dy, \qquad (\mathrm{T} \text{ rationnelle en } x, y, z);$$

c'est une intégrale double de seconde espèce de la surface f. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés du calcium*. Note de M. **Henri Moissan**.

« Le calcium pur et cristallisé, préparé par le procédé que nous avons indiqué précédemment ([1]), nous a donné les réactions suivantes :

» *Point de fusion*. — Les cristaux de calcium ont été agglomérés sous forme de cylindre par compression violente dans un moule métallique. Ce petit cylindre de calcium a été placé dans une nacelle de chaux vive, disposée à l'intérieur d'un tube de porcelaine de Berlin. Ce dernier était chauffé au moyen d'un chalumeau à gaz. L'extrémité du fil métallique de la pince thermo-électrique Le Chatelier venait butter contre le cylindre de métal. Les deux ouvertures du tube de porcelaine étaient fermées par des manchons de verre portant des lamelles transparentes qui permettaient de voir le cylindre de calcium dans la nacelle en chaux vive. Enfin, sur le côté d'un de ces manchons, un tube latéral servait à faire le vide au moyen d'une

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1753.

pompe à mercure. Après avoir enlevé tout l'air de l'appareil, on chauffe avec précaution. Il se dégage au début une petite quantité de gaz que l'on retire au fur et à mesure de sa production; mais, aussitôt que le métal est porté au-dessus du rouge sombre, les dernières traces de gaz sont absorbées et le vide se maintient à 1^{mm}. A la température de 760°, il se produit une fusion brusque du métal qui coule dans la nacelle en un liquide brillant.

» Après refroidissement le métal fondu peut se couper au couteau. Il est cependant moins malléable que le sodium ou le potassium. Il se brise par le choc et sa cassure est cristalline. Sa surface, lorsqu'il est totalement exempt d'azote, est brillante, d'une couleur blanche bien nette, se rapprochant de celle de l'argent. Nous rappellerons que le calcium obtenu par Matthiessen ([1]) possédait une couleur jaune de bronze et que, broyé au mortier d'agate, il fournissait des stries dorées.

» *Densité*. — La densité du métal cristallisé, retiré du sodium, a été trouvée de 1,85 par la méthode du flacon, au moyen de l'essence de térébenthine. La vérification de cette expérience a été faite avec des liquides de densité différente. Le calcium fondu tombait dans l'iodure de propyle, de densité 1,78, et il surnageait dans l'iodure d'allyle, de densité 1,87. La densité du calcium peut donc être regardée comme étant égale à 1,85.

» *Dureté*. — Le calcium fondu raye le plomb et ne raye pas le carbonate de chaux.

» *Forme cristalline*. — Le calcium cristallise en tablettes hexagonales ou en rhomboèdres dérivés. On y rencontre des dendrites avec bourgeonnements hexagonaux réguliers dont les extrémités parfois ont été fondues et sont terminées en massue. Les cristaux hexagonaux sont souvent empilés. Le calcium se présente aussi sous forme d'étoiles hexagonales rappelant les cristaux de glace, mais moins déliées. Les cristaux trapus ayant la forme de rhomboèdres d'une grande régularité sont nombreux.

» *Propriétés chimiques*. — L'hydrogène fournit avec le calcium au rouge un hydrure cristallisé de formule CaH^2 que nous avons décrit dans une Note précédente ([2]).

» Le calcium n'est pas attaqué par le chlore à froid; mais, vers 400°, la réaction se produit avec incandescence et formation de chlorure de calcium fondu. Il n'est pas attaqué par le brome liquide, mais il brûle dans

---

([1]) MATTHIESSEN, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XCIII, p. 277; 1855.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 29.

la vapeur de ce métalloïde au-dessus du rouge sombre. L'iode n'exerce pas sur le calcium une action bien énergique à son point d'ébullition ; mais, un peu au-dessus de cette température, le calcium brûle avec éclat dans la vapeur d'iode. Nous rappellerons que le calcium de Matthiessen réagissait sur le chlore à froid, ce qui tenait à la présence de l'azoture, ce composé étant, en effet, attaqué par le chlore à la température ordinaire.

» Chauffé dans l'oxygène à la température de 300°, le calcium brûle avec une lumière éclatante. Le dégagement de chaleur est assez grand pour fondre et volatiliser en partie la chaux qui se produit, phénomène qui a été surtout produit jusqu'ici au moyen de l'arc électrique. Dans le voisinage de la nacelle, on trouve des sphères transparentes de chaux fondue. Il ne s'est pas formé de bioxyde de calcium. Cette combustion fournit une très belle expérience de cours.

» Légèrement chauffé dans l'air, le calcium brûle avec facilité en produisant des étincelles brillantes et très lumineuses. Dans un courant d'air au rouge sombre, ce métal laisse une masse spongieuse, en partie fondue, qui se décompose par l'eau en donnant de l'ammoniaque et de la chaux éteinte. Le calcium fixe donc en brûlant les deux éléments de l'air, azote et oxygène. Il ne paraît pas se former de peroxyde, car le résidu refroidi, traité par l'acide sulfurique, n'a pas fourni d'ozone ou d'eau oxygénée.

» Le soufre ne réagit pas à sa température de fusion, mais la combinaison se produit avec incandescence au-dessous de 400°. Le sulfure formé est blanc et se décompose par l'acide chlorhydrique étendu en fournissant de l'hydrogène sulfuré sans dépôt de soufre. Le sélénium et le tellure réagissent de même vers le rouge sombre en fournissant des composés dont nous poursuivons l'étude.

» Le calcium brûle avec une vive incandescence dans la vapeur de phosphore. Le produit de la réaction décompose l'eau avec formation d'hydrogène phosphoré spontanément inflammable. Avec l'arsenic, la réaction se produit au moment où ce métalloïde commence à se sublimer. La chaleur dégagée est notable, et il reste dans le tube une matière fondue, de couleur foncée, qui décompose l'eau froide avec formation d'hydrogène arsénié et d'une poudre noire, insoluble. L'antimoine, de même, donne, avec le calcium, un composé qui entre en fusion grâce à la chaleur produite par la réaction. Cet antimoniure de calcium est décomposable par l'eau et l'acide chlorhydrique étendu, mais il ne fournit pas d'hydrogène antimonié. Comme précédemment, il se produit une poudre noire, inso-

luble, assez abondante. Le bismuth se combine au rouge sombre au calcium, avec incandescence. L'alliage obtenu décompose l'eau froide en dégageant de l'hydrogène et en fournissant aussi un précipité noir.

» Le calcium cristallisé se combine au noir de fumée au-dessous du rouge sombre, avec un grand dégagement de chaleur. Il se forme du carbure de calcium CaC^2. En variant la proportion de métal nous n'avons pas obtenu jusqu'ici d'autres composés du carbone. La même expérience peut être répétée avec du graphite.

» Lorsque l'on porte au rouge un mélange de calcium et de silicium cristallisé, il se produit une combinaison avec dégagement de chaleur. Le siliciure formé ne s'attaque pas sensiblement par l'eau, tandis qu'il est détruit par l'acide chlorhydrique, lentement à froid, plus rapidement à chaud. Dans cette réaction il se dégage un mélange d'hydrogène et d'hydrogène silicié, avec production très abondante de silicon.

» Le calcium, ainsi que nous l'avons établi précédemment, est soluble dans le sodium, dans lequel il se dépose cristallisé par refroidissement. Il n'est pas notablement soluble dans le potassium. Avec le magnésium, il fournit un alliage cassant, décomposant l'eau froide. Avec le zinc ou le nickel on obtient de même des alliages très cassants. L'étain chauffé légèrement au-dessus de son point de fusion se combine au calcium avec chaleur et lumière. Il nous a fourni un alliage blanc et cristallin, de densité 6,70, renfermant 3,82 de calcium et décomposant très lentement l'eau froide.

» Lorsque l'on triture, dans une atmosphère d'acide carbonique, un mélange de calcium cristallisé et de mercure, la combinaison se produit à la température ordinaire, avec dégagement de chaleur. Si la quantité de calcium est suffisante, on obtient un amalgame cristallin. Distillé dans une atmosphère d'hydrogène vers 400°, cet amalgame ne fournit pas d'hydrure. Au contraire, chauffé dans l'azote à la même température, il s'unit à ce corps simple et donne une poudre de couleur foncée qui décompose l'eau en produisant de l'ammoniaque et de la chaux hydratée, comme l'azoture de calcium que nous avons décrit dans une Note précédente [1]. A la température du laboratoire, en présence de l'air, l'amalgame de calcium noircit instantanément, fixe l'oxygène et une certaine quantité d'azote.

» Au rouge, le calcium réduit les fluorures et les chlorures de potas-

---

[1] H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'azoture de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 497).

sium et de sodium, avec mise en liberté du métal alcalin. Dans les mêmes conditions, les iodures ne sont pas attaqués.

» Le calcium réduit l'iodure de calcium en fusion; le métal disparaît et il se produit un sous-sel de couleur rouge. Nous avons du reste obtenu le même composé, en cristaux rouges transparents, dans l'électrolyse de l'iodure de calcium. Le chlorure de calcium fournit une réaction semblable.

» *Action de quelques composés oxygénés sur le calcium.* — L'eau est attaquée à la température ordinaire, avec dégagement d'hydrogène et formation d'hydrate de chaux. Cette décomposition se produit sans incandescence. Elle est assez lente dans l'eau pure, à cause de la formation de l'hydrate de chaux; elle est beaucoup plus rapide dans l'eau sucrée.

» Le calcium décompose le gaz sulfureux avec incandescence vers le rouge sombre. La réaction paraît complexe. Il se produit une petite quantité de sulfure de calcium, mais ce résidu dégage encore de l'hydrogène au contact de l'eau, bien que formé en présence d'un grand excès d'acide sulfureux.

» Le calcium prend feu dans une atmosphère de bioxyde d'azote au-dessous du rouge sombre. La réaction produit une lumière éblouissante et donne de la chaux fondue ne renfermant pas d'azoture. Il est vraisemblable que la température de la réaction est trop élevée pour laisser subsister l'azoture de calcium.

» L'anhydride phosphorique est réduit au-dessous du rouge, avec incandescence, explosion et rupture du tube.

» L'anhydride borique, mélangé de cristaux de calcium et chauffé vers 600°, se réduit avec une vive incandescence. Le résidu, repris par l'eau, puis par l'acide fluorhydrique, ne donne que des traces de gaz, et il reste une poudre marron présentant tous les caractères du bore. Nous avons varié les conditions de l'expérience et les résultats ont toujours été les mêmes; nous n'avons jamais obtenu de cristaux du borure de calcium que nous avons étudié antérieurement avec M. Williams.

» Le calcium réduit la silice au-dessous du rouge, avec un grand dégagement de chaleur. Il se forme du siliciure de calcium et une petite quantité de silicium. Le siliciure est attaquable par l'acide chlorhydrique, avec production d'hydrogène silicié et de silicon, de même que dans la réaction du silicium sur le calcium.

» L'acide carbonique agit différemment sur le calcium, suivant que ce dernier est chauffé lentement ou brusquement au milieu de ce gaz. Dans

le cas où la réaction est lente, le métal se recouvre de carbone, de chaux et d'une petite quantité de carbure; ces corps solides limitent la réaction et, après une heure de chauffe, le métal est incomplètement attaqué. Le résidu, mis au contact de l'eau, fournit de l'hydrogène mélangé à de petites quantités d'oxyde de carbone et d'acétylène. Au contraire, si l'on chauffe vivement le calcium, la combinaison est totale; le calcium fixe le carbone et l'oxygène, et l'acide carbonique est complètement absorbé.

» Dans une atmosphère d'oxyde de carbone, le calcium, chauffé au rouge naissant, produit un dépôt de charbon et du carbure. La réaction est toujours incomplète.

» Une petite quantité de calcium, chauffée en présence d'un excès de sesquioxyde d'uranium, d'acide vanadique ou d'acide titanique, détermine la réduction avec incandescence de ces oxydes et produit un oxyde inférieur.

» *Action des acides.* — L'acide azotique fumant n'attaque que très lentement le calcium pur, bien exempt de chaux. La présence d'une petite quantité d'eau rend l'attaque rapide. Avec l'acide sulfurique fumant, la réduction est immédiate à froid. Il se dépose du soufre et il se dégage de l'acide sulfureux sans trace d'hydrogène sulfuré.

» L'acide sulfurique monohydraté attaque de même le calcium à froid avec production de soufre, d'acide sulfureux et d'hydrogène sulfuré.

» Les acides chlorhydrique et acétique attaquent violemment le calcium avec dégagement d'hydrogène.

» *Action des composés hydrogénés des métalloïdes.* — Le calcium cristallisé, chauffé au-dessous du rouge sombre dans un courant de gaz acide chlorhydrique, devient incandescent et se transforme en chlorure de calcium.

» Dans l'hydrogène sulfuré, la réaction est encore très vive; elle se produit au-dessous du rouge et il reste du sulfure de calcium.

» Si l'on chauffe au rouge sombre du calcium dans un courant de gaz ammoniac il se produit, en un point du métal, une incandescence qui se propage dans toute la masse, sans qu'il soit utile de continuer à chauffer. Il se forme un mélange d'azoture et d'hydrure. A froid le gaz ammoniac paraît sans action sur le calcium cristallisé. Liquéfié il s'y combine à la température de $-40°$ en fournissant un corps solide, à reflets mordorés qui est le calcium-ammonium. Nous en poursuivons l'étude.

» La vapeur de bromure de bore est décomposée au rouge sombre par le calcium avec incandescence. Il se fait du borure de calcium fondu et une

poudre chamois, inattaquable par l'acide chlorhydrique; cette poudre présente tous les caractères du bore.

» Le calcium décompose l'azoture de bore avec formation d'azoture de calcium et de bore amorphe. Cette expérience a été faite en chauffant le mélange dans le vide.

» L'acétylène, l'éthylène et le méthane donnent, avec le calcium porté au rouge sombre, une décomposition brutale et incomplète, avec formation d'une croûte solide de carbone amorphe, de carbure et d'hydrure qui limite la réaction et l'empêche d'être totale. L'acétylène liquide ne réagit pas sur le calcium après un contact prolongé d'un mois. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition, par le chlorure d'aluminium, d'un carbure saturé linéaire.* Note de MM. **C. Friedel** et **A. Gorgeu**.

« L'un de nous, en collaboration avec M. J.-M. Crafts, a signalé, depuis longtemps et presque dès le commencement de nos études sur les synthèses réalisées à l'aide du chlorure d'aluminium, l'action décomposante qu'exerce ce même réactif sur certains hydrocarbures. Nous avons montré, entre autres faits de cet ordre, que l'hexaméthylbenzène est décomposé lorsqu'on le chauffe avec du chlorure d'aluminium anhydre, en perdant un ou plusieurs groupes méthyle qui se trouvent remplacés par de l'hydrogène et en donnant, entre autres hydrocarbures, du durol; que le naphtalène donne du benzène et des hydrures de naphtalène, ainsi que du dinaphtyle; que le benzène, malgré sa stabilité, est attaqué lui aussi, quoique seulement à une température élevée, et fournit du biphényle, du toluène et d'autres hydrocarbures provenant de la décomposition du benzène. Nous avons aussi remarqué que l'action décomposante du chlorure d'aluminium est très puissante sur certains pétroles d'Amérique et qu'elle l'est infiniment moins sur des pétroles de Bakou, de même point d'ébullition, qui ne fournissent par son action qu'une très faible quantité de gaz et semblent être purifiés par le chlorure d'aluminium.

» Il nous a paru intéressant de reprendre, d'une façon systématique, l'étude de cette action décomposante qui peut, semble-t-il, jeter quelque jour sur la constitution d'hydrocarbures pour lesquels celle-ci n'est pas encore connue.

» C'est ce que nous avons tenté, M. Gorgeu et moi, en choisissant tout d'abord un cas aussi simple que possible, c'est-à-dire en opérant sur un hydrocarbure saturé à chaîne normale, sans branches latérales.

» Comme nous pensions, d'après certaines expériences préalables, obtenir entre autres produits des hydrocarbures saturés gazeux, nous avons fait précéder l'étude de la réaction qui nous intéressait, de déterminations pouvant nous aider à caractériser les hydrocarbures saturés gazeux.

» Nous avons, pour cela, préparé ces hydrocarbures dans un état de pureté aussi grand que possible. Le méthane et l'éthane ont été obtenus en décomposant, entre 70° à 80°, le mercure-méthyle et le mercure-éthyle par l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau et préalablement purgé d'air par l'ébullition.

» Le propane et le butane bruts ont été préparés en faisant agir sur les iodures d'isopropyle et de butyle secondaire le zinc en fine tournure, en présence de très petites quantités d'acide chlorhydrique. Les gaz obtenus renfermaient plusieurs centièmes d'hydrogène; on leur en a enlevé la plus grande partie en les dissolvant dans le moins possible d'alcool amylique, et c'est de cette dissolution saturée que, par l'action de la chaleur, on a dégagé les gaz sur lesquels on a opéré.

» Les gaz ayant été obtenus dans un état suffisant de pureté, nous avons déterminé leur solubilité dans l'alcool amylique, qui nous a semblé beaucoup plus commode pour cela que l'alcool éthylique, à cause de sa moindre tension de vapeur.

» Il faut avoir soin de faire préalablement bouillir l'alcool amylique, pour en chasser l'air qu'il dissout assez abondamment, 10 pour 100 à 21 centièmes d'oxygène.

» Nous avons constaté que cette dissolution est accompagnée d'une absorption d'oxygène et d'une oxydation lente de l'alcool amylique qui donne naissance à l'aldéhyde correspondante, ce qu'il a été facile de constater à l'aide de la fuchsine décolorée par le bisulfite de sodium. On a constaté ainsi que l'air extrait de l'alcool amylique après un temps suffisamment long renferme moins d'oxygène que celui extrait immédiatement après la dissolution.

» On conserve l'alcool amylique, privé d'air, dans le ballon dans lequel on l'a fait bouillir, ballon s'ouvrant sur le mercure par un tube à dégagement. On fait sortir, en chauffant le ballon, la quantité d'alcool amylique nécessaire; elle est remplacée par du mercure au moment du refroidissement et, pourvu que l'on ait employé un bon bouchon, on peut ainsi conserver l'alcool amylique pendant fort longtemps à l'abri de l'air.

» En prenant ces précautions, nous avons trouvé que la partie de l'alcool amylique distillant de 130° à 132° dissolvait :

A la température de	12°,5,	$\frac{1}{20}$ vol	d'hydrogène	sous	0m,750
»	12,5,	$\frac{1}{2}$	de méthane	»	0,760
»	14	3,3	d'éthane	»	0,750
»	16	12	de propane	»	0,750
»	23	11	»	»	0,760
»	13	72	de butane	»	0,740
»	22	44	»	»	0,760

» Nous avons naturellement vérifié la pureté des gaz employés en observant la constance des coefficients de solubilité sur des portions déjà traitées par l'alcool amylique. Cette constance est surtout remarquable avec le méthane et l'éthane.

» L'un des hydrocarbures linéaires saturés les plus commodes à employer pour nos expériences était l'hexane. Ce composé peut être obtenu par plusieurs procédés. Nous l'avons préparé d'abord en traitant la mannite par l'acide iodhydrique, de manière à la transformer en iodure secondaire; puis la solution alcoolique de cet iodure, soumise à l'action du zinc en présence de l'acide chlorhydrique étendu, a donné naissance à l'hexane que nous avons purifié par distillation. Nous nous sommes assurés, en ajoutant une goutte de brome, qu'il ne renfermait pas d'hexène. Cette précaution est nécessaire, car, dans un produit qui avait été préparé, sur notre demande, de la façon qui vient d'être indiquée, nous avons trouvé une très notable proportion d'un hydrocarbure non saturé, se combinant directement avec le brome et donnant un bromure facile à séparer de l'hexane par distillation. L'action du zinc et de l'acide chlorhydrique avait été menée un peu vivement, et le zinc ou peut-être, plutôt, le chlorure de zinc avait décomposé l'iodure d'hexyle en lui enlevant de l'acide iodhydrique.

» Une partie de l'hexane employé a été préparée en décomposant l'iodure de propyle par le sodium. Il présentait exactement les mêmes caractères que celui obtenu en partant de la mannite et, comme lui, bouillait à 68°,6.

» On a fait agir le chlorure d'aluminium sur l'hexane dans un tube de $2^{cm},5$ de diamètre et 15^{cm} de longueur, portant un petit tube à brome pour les introductions successives de l'hexane et un tube réfrigérant légèrement

incliné, maintenu à la température de 35°, terminé en biseau et assez large pour permettre à l'hexane condensé de retomber facilement sur le chlorure d'aluminium.

» Les produits de la réaction, avant de se rendre sur la cuve à mercure, traversaient deux tubes en U dont le premier contenait un peu d'eau destinée à retenir l'acide chlorhydrique qui se produit en quantité notable.

» Après avoir introduit dans le tube 25gr de chlorure d'aluminium récemment préparé et sommairement pulvérisé, on fait couler 4gr d'hexane par le tube à brome, et après avoir entouré le premier tube en U de glace et le deuxième d'un mélange de glace et de sel, on chauffe au bain-marie jusqu'à ce que le dégagement gazeux dans le premier de ces tubes soit devenu trop lent; après refroidissement du chlorure, on introduit de nouveau 4gr d'hexane, et ainsi trois ou quatre fois de suite.

» Cela fait, on a amené peu à peu les tubes en U à la température ordinaire et l'on a recueilli un liquide mobile que l'on a soumis à la distillation fractionnée en séparant les parties bouillant vers 35° et une certaine quantité d'hexane non attaqué, entraîné avec les hydrocarbures plus volatils.

» L'hydrocarbure bouillant vers 35° n'est autre chose que le pentane, ainsi que le prouvent ses propriétés et les analyses qui en ont été faites, analyses rendues, d'ailleurs, assez difficiles par la grande volatilité du liquide.

» On a trouvé

C..................................	83,79 pour 100
H..................................	17,31 »

la formule C^5H^{12} exigeant

C..................................	83,33 pour 100
H..................................	16,66 »

» Quant à l'hydrocarbure gazeux recueilli sur le mercure à mesure que l'on réchauffait les tubes en U, c'était manifestement en grande partie du butane; en effet, il était redevenu gazeux aux environs de 0° et, en déterminant sa solubilité, nous l'avons trouvée de 42 volumes à la température de 17°.

» L'action décomposante du chlorure d'aluminium sur l'hexane consiste donc essentiellement dans l'enlèvement d'un groupe CH^3, qui est remplacé par un atome d'hydrogène, donnant ainsi du pentane.

» Ce dernier, à son tour, peut être attaqué en se transformant en bu-

tane. Il paraît probable que le butane, à son tour, pourrait être transformé en propane; mais, à cause de la volatilité du butane, cette dernière action doit être peu sensible.

» En même temps que ces hydrocarbures plus riches en hydrogène que l'hexane, il doit se former des produits plus riches en carbone. On retrouve, en effet, ceux-ci en traitant par l'eau le chlorure d'aluminium qui a servi à la réaction. Il reste un liquide brunâtre assez visqueux, que nous avons recueilli en agitant, avec de l'éther, le produit de l'action de l'eau.

» Soumis à la distillation, ce liquide s'est comporté comme un mélange très complexe que nous n'avons pas réussi à résoudre en composés définis à cause de la trop petite quantité dont nous pouvions disposer.

» Nous nous proposons de continuer cette étude et de l'étendre à divers autres carbures linéaires ou arborescents. »

BOTANIQUE. — *Sur le mode particulier de formation du pollen chez les* Magnolia. Note de M. L. **Guignard**.

« Au nombre des caractères généraux qui entrent en ligne de compte pour distinguer les Monocotylédones des Dicotylédones se trouve le mode de formation du pollen, qui n'est pas le même dans ces deux grands groupes de végétaux. Dans les deux cas, chaque cellule-mère pollinique donne naissance, comme on sait, à quatre grains de pollen. Mais, chez les Monocotylédones, la première division du noyau de la cellule-mère est suivie du cloisonnement de cette dernière, puis les deux cellules-filles se divisent à leur tour de la même façon; chez les Dicotylédones, au contraire, la première division nucléaire n'est pas suivie du cloisonnement de la cellule-mère, et celui-ci n'a lieu qu'après la seconde division nucléaire, entre les quatre noyaux qu'elle a fournis.

» A cette règle générale on ne connaît, dans le premier groupe, que de très rares exceptions; la plus importante se rencontre, comme je l'ai montré jadis, chez les Orchidées, qui se comportent sous ce rapport comme les Dicotylédones. Par contre, chez celles-ci, il ne paraît pas exister d'exception à la quadripartition simultanée de la cellule-mère pollinique.

» Or, dans les diverses espèces de *Magnolia* (*M. Yulan, M. Soulangeana,* etc.) que j'ai eu l'occasion d'étudier, la formation du pollen ne rentre ni dans l'un, ni dans l'autre de ces deux types.

» Après la première bipartition nucléaire, le tonnelet formé par les deux nouveaux noyaux et les fils connectifs qui les réunissent s'élargit comme à l'ordinaire, dans sa région équatoriale, de façon à occuper toute la cavité cellulaire. Bien que les fils, devenus très nombreux, s'épaississent et se montrent plus colorables à l'équateur, on ne voit pas apparaître, dans le plan équatorial, de plaque cellulaire granuleuse, même transitoire. Mais, à la périphérie de la cellule et dans le plan équatorial, une proéminence interne se forme, qui fait corps avec la paroi, dont elle possède dès l'origine tous les caractères. En coupe optique, cette proéminence annulaire offre d'abord, de chaque côté de la cellule, l'aspect d'une pointe ou d'un coin plus ou moins saillant dans l'intérieur.

» Au fur et à mesure que la proéminence s'accroît, les fils connectifs situés de part et d'autre disparaissent. Mais l'étranglement de la cavité cellulaire ne progresse pas jusqu'au cloisonnement complet; il s'arrête ordinairement quand la largeur de la bande annulaire égale environ le diamètre de l'isthme ou pont protoplasmique qui réunit les deux moitiés de la cellule. La cellule-mère pollinique ressemble alors d'assez près à certaines Desmidiées, telles que les *Cosmarium*.

» Ce mode de cloisonnement rappelle celui qu'on connaît dans le corps filamenteux des *Spirogyra* et des *Cladophora,* chez lesquels, d'ailleurs, la formation de la cloison progresse et s'achève régulièrement.

» Toutefois, dans les *Magnolia,* on n'aperçoit pas, à l'endroit où la cloison commence, une accumulation de granules cytoplasmiques aussi prononcée que dans ces algues; et, bien que l'anneau cellulosique soit dès l'origine relativement plus épais que dans le *Spirogyra,* l'épaississement des fils connectifs n'augmente pas sur le bord interne de l'anneau dans une proportion en rapport avec l'accroissement de ce dernier. Il y a pourtant lieu de penser que c'est la substance constitutive des fils qui sert à former l'anneau.

» Il est excessivement rare de voir la cloison se compléter avant la seconde division nucléaire. Le pont protoplasmique, formé par la partie centrale du tonnelet connectif, garde pendant quelque temps l'aspect filamenteux; puis les fils deviennent moins distincts, mais leur place reste occupée par des granules assez gros. Rien ne prouve que, si le cloisonnement reste incomplet, c'est parce que la seconde division intervient avant qu'il n'ait eu le temps de s'achever. Le temps qui s'écoule à partir de la naissance de la cloison jusqu'à cette division paraît, au contraire, relativement long, à en juger par le grand nombre des cellules dans lesquelles on

observe ce diaphragme. Il est même probable que c'est la durée du stade en question qui permet à l'anneau de s'épaissir, souvent d'une façon notable, du côté externe surtout, là où il se raccorde avec la paroi de la cellule-mère.

» Pendant les prophases de la seconde division nucléaire, le pont protoplasmique, qui réunit les deux moitiés de la cellule-mère, ne change presque pas d'aspect. Mais, dès que les deux nouvelles paires de noyaux ont pris naissance dans leur compartiment respectif, des fils cytoplasmiques partant des pôles de chaque fuseau nucléaire viennent traverser le pont dans toute son épaisseur, préparant aussi l'achèvement de la cloison restée incomplète. Cet achèvement se produit, en effet, un peu avant que les deux cellules-filles ne se cloisonnent à leur tour; ce second ou dernier cloisonnement commence d'ailleurs de la même façon que le premier, mais il est plus rapide et se continue sans interruption jusqu'à la division complète des cellules-filles.

» En résumé, au point de vue de la formation des cloisons dans la cellule-mère pollinique, les *Magnolia* offrent un cas tout particulier, encore inconnu chez les autres plantes. Ils sont intermédiaires entre les Monocotylédones et les Dicotylédones; mais, par l'apparition d'une cloison incomplète (pouvant même exceptionnellement se compléter), aussitôt après la première bipartition nucléaire, ils se rapprochent plus, en réalité, des premières que des secondes. »

ARITHMÉTIQUE. — *Extension du n° 162 des « Disquisitiones arithmeticæ » de Gauss.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« I. Le problème dont je donne une nouvelle solution est, en quelque sorte, le complément de celui que Gauss a traité dans la première moitié du n° 162 des *Disquisitiones,* où il se propose, lorsque l'on connaît deux transformations *semblables* d'une forme quadratique $F = (A, B, C)$ en une *seule et même* autre forme $f = (a, b, c)$, d'en déduire une solution de l'équation indéterminée $t^2 - Du^2 = +1$ (ou, plus généralement, $t^2 - Du^2 = +m^2$, m étant le plus grand commun diviseur des trois nombres a, $2b$, c). Le point de départ et le but de la présente Note sont du même ordre, mais d'espèce différente; on y suppose connues deux transformations semblables de la forme F, l'une en la forme $f = (a, b, c)$, l'autre *en l'inverse* de celle-ci $f' = (-a, b, -c)$; ce qui n'est pas possible généralement, mais se pré-

sente dans une infinité de cas, en particulier quand le déterminant D est un nombre premier de la forme $4k+1$. A l'aide de ces seules données, il faut trouver une solution de l'équation indéterminée $t^2 - Du^2 = -1$, ou plus généralement $= -m^2$.

» Gauss, dans son Ouvrage, ne s'occupe pas spécialement de cette dernière équation qui, par le fait, se trouve ainsi reléguée, sans être mentionnée, parmi l'infinité de celles que le n° 205 apprend à résoudre. En cela, Gauss n'imite pas Lagrange, son devancier, dont la marche, uniforme dans cette double question, aboutit, par une succession indéfinie d'étapes alternatives et périodiques, tantôt à la solution de cette dernière équation (lorsque la valeur de D la rend possible), tantôt à celle (toujours résoluble) de la première. Si l'on songe au rôle fondamental que celle-ci joue dans la résolution générale des équations indéterminées du second degré, on s'explique suffisamment le silence de Gauss, qui voulait être bref à cause de l'encombrement des matières dont il avait à parler (¹). Néanmoins il semble qu'il y ait un certain intérêt à faire voir que la question dont il s'agit (et que l'on sait résoudre autrement) peut être traitée en employant exclusivement des procédés analogues à ceux dont l'illustre auteur se sert pour résoudre le problème qu'il a abordé, mais en les appropriant à leur nouvelle destination. Cette extension jette, en effet, une nouvelle lumière sur l'article 162.

» II. Adoptant les notations de l'article précité, on a dans ce cas les six équations

$$(1) \qquad A\alpha^2 + 2B\alpha\gamma + C\gamma^2 = a,$$

$$(3) \qquad A\alpha\beta + B(\alpha\delta + \beta\gamma) + C\gamma\delta = b,$$

$$(5) \qquad A\beta^2 + 2B\beta\delta + C\delta^2 = c,$$

(¹) J'ai fait allusion à ce silence de Gauss dans une *note* de ma Communication du 27 juin 1898, et j'y annonçais brièvement la possibilité d'étendre les formules données par lui au cas que je traite aujourd'hui, sous-entendant d'ailleurs que ces formules subiraient les modifications nécessaires. A propos de cette Communication du 27 juin, je profite de l'occasion (qui, depuis cette époque, se présente à moi pour la première fois) pour restituer à M. Tano la priorité du théorème qui y figure sous le n° I, et que je croyais nouveau. Il a été démontré par cet auteur, d'une façon d'ailleurs toute différente, en 1890, dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*. Je dois cet obligeant renseignement à M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Neni, qui a bien voulu m'en fournir aussi une autre démonstration, dont il est l'auteur, mais qu'il n'a pas publiée.

(2) $$A\alpha'^2 + 2B\alpha'\gamma' + C\gamma'^2 = -a,$$
(4) $$A\alpha'\beta' + B(\alpha'\delta' + \beta'\gamma') + C\gamma'\delta' = b,$$
(6) $$A\beta'^2 + 2B\beta'\delta' + C\delta'^2 = -c,$$

» Si l'on multiplie (1) par (2), et qu'on fasse

(I) $$a' = A\alpha\alpha' + B(\alpha\gamma' + \alpha'\gamma) + C\gamma\gamma',$$

on en déduit

(7) $$a'^2 - D(\overline{-\alpha\gamma' + \alpha'\gamma})^2 = -a^2.$$

» Si l'on multiplie (1) par (4) et (2) par (3), et qu'on *retranche* le premier produit du second, en écrivant

(II) $$2b' = A(-\alpha\beta' + \alpha'\beta) + B(-\alpha\delta' + \alpha'\delta + \beta\gamma' - \beta'\gamma) + C(-\gamma\delta' + \gamma'\delta),$$

on obtient

(8) $$2a'b' - D(-\alpha\gamma' + \alpha'\gamma)(\alpha\delta' + \alpha'\delta - \beta\gamma' - \beta'\gamma) = -2ab.$$

» Si l'on multiple (1) par (6) et (2) par (5), qu'on ajoute ces deux produits et qu'on en *retranche* le double du produit de (3) par (4), on trouve d'abord

$$4b'^2 - D\left[(\overline{\alpha\delta' + \alpha'\delta - \beta\gamma' - \beta'\gamma})^2 - 2ee'\right] = -2b^2 - 2ac,$$

et, à cause de $2ee' = 2b^2 - 2ac$, il vient

(9) $$4b'^2 - D(\overline{\alpha\delta' + \alpha'\delta - \beta\gamma' - \beta'\gamma})^2 = -4b^2.$$

» Si l'on multiplie (3) par (4), en faisant

(III) $$c' = -(A\beta\beta' + B(\beta\delta' + \beta'\delta) + C\delta\delta'),$$

on trouve

(10) $$a'c' - D(-\alpha\gamma' + \alpha'\gamma)(\beta\delta' - \beta'\delta) = -ac.$$

» En *retranchant* du produit de (3) par (6) celui de (4) par (5), on obtient

(11) $$2b'c' - D(\beta\delta' - \beta'\delta)(\alpha\delta' + \alpha'\delta - \beta\gamma' - \beta'\gamma) = -2bc.$$

» Enfin, multipliant (5) par (6), on trouve

$$(12)\qquad c'^2 - D(\overline{\beta\delta' - \beta'\delta})^2 = -c^2.$$

» Actuellement soit m le plus grand commun diviseur des nombres a, $2b$, c, et déterminons trois nombres A', B', C' de manière qu'on ait $A'a + 2B'b + C'c = m$, et multiplions respectivement (7), (8), (9), (10), (11), (12), par A'^2, $2A'B'$, B'^2, $2A'C'$, $2B'C'$, C'^2, et ajoutons tous ces produits. On voit que la somme des termes du second membre est égale au carré, *pris négativement*, de $A'a + 2B'b + C'c$, c'est-à-dire à $-m^2$. Quant à la somme des termes des premiers membres, on la trouve égale à $T^2 - DU^2$, si l'on écrit

$$(13)\qquad A'a' + 2Bb' + C'c' = T,$$

$$(14)\qquad A'(\alpha\gamma' - \alpha'\gamma) + B'(-\alpha\delta' - \alpha'\delta + \beta\gamma' + \beta'\gamma) + C'(-\beta\delta' + \beta'\delta) = U.$$

» En résumé, on a $T^2 - DU^2 = -m^2$, T et U étant manifestement entiers.

» Ainsi, d'après cette analyse, la solution de l'équation indéterminée $t^2 - Du^2 = -m^2$ (et, en particulier, celle de $t^2 - Du^2 = -1$) dépend, lorsqu'elle est possible, de deux transformations semblables de la forme F, l'une en $f = (a, b, c)$, l'autre en $f' = (-a, b, -c)$, inverse de la première.

» Sans poursuivre ces calculs plus loin (comme le fait Gauss, dont le but final, dans l'art. 162, n'est pas exclusivement celui qui fait l'objet de sa première Partie), je me bornerai à dire que les formules (18), (19), (20), (21), qui servent à trouver plus commodément les valeurs de T et U, deviennent, dans les données de la présente Note :

$$(18)\qquad 2eT = (-\alpha\delta' + \alpha'\delta - \beta\gamma' + \beta'\gamma)m,$$

$$(19)\qquad aU = (\alpha\gamma' - \alpha'\gamma)m,$$

$$(20)\qquad 2bU = (-\alpha\delta' - \alpha'\delta + \beta\gamma' + \beta'\gamma)m,$$

$$(21)\qquad cU = (-\beta\delta' + \beta'\delta)m;$$

les relations $ma' = Ta$, $2mb' = 2Tb$, $mc' = Tc$ demeurent d'ailleurs les mêmes, et (23) devient $eT + bU = m(-\alpha\delta' + \beta'\gamma)$.

» III. La vérification algébrique des formules précédentes n'étant qu'une affaire d'ordre et de patience [1], je me bornerai aux observations suivantes :

---

[1] Cette vérification demande pourtant une précaution : c'est de suivre dans les calculs l'ordre qui a servi à établir les formules. Par exemple, la vérification de la for-

» 1° On y doit toujours tenir compte, comme dans celles de Gauss, des signes individuels + ou —, dont sont affectés les coefficients α, β, ..., γ', δ', qui y entrent;

» 2° L'un des termes a', c' est positif, l'autre négatif;

» $2b'$ est de même signe que a', si l'on prend (a, b, c) pour la forme f à laquelle appartiennent les coefficients $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, et, au contraire, de même signe que c', si ces coefficients appartiennent à la forme $(-a, b, -c)$, prise pour f;

» 3° Les signes de T et U sont tous deux positifs, si a' et $2b'$ sont positifs, et tous deux négatifs dans le cas inverse. Ces signes sont d'ailleurs indifférents pour l'usage qu'on en fait dans l'équation $t^2 - Du^2 = -1$, puisqu'ils n'y entrent que par leurs carrés;

» 4° Lorsque, D étant supposé positif (ce qui est le seul cas intéressant), on recourt, pour plus de commodité, à un Tableau composé comme celui qui termine le n° 188 des *Disquisitiones*, afin d'y chercher les transformations dont on a besoin pour obtenir des réduites proprement équivalentes, il est clair : que, si la forme F, ou la réduite initiale F qui en tient lieu, contient dans la période de celle-ci la réduite inverse —F (ce qui dépend de la valeur du déterminant D), celle-ci occupe un rang *pair* dans la période qui débute par F (F y ayant le rang n° 1), puisque toutes les réduites de rang pair ont, pour leurs termes extrêmes, des signes contraires aux siens; que — F se trouve précisément au milieu de la période complète; enfin qu'à partir de celle-ci jusqu'à la fin de la période, toutes les réduites qui la suivent sont, respectivement, et dans le même ordre de succession, les inverses de celles qui vont de F à —F; en sorte que ce qui est vrai de l'une de ces réduites l'est aussi de l'autre, et qu'on peut prendre une quelconque d'entre elles comme forme initiale du Tableau des transformations;

» 5° Au surplus, quelle que soit la réduite du Tableau qu'on choisisse pour f, si f' est son inverse *la plus voisine*, soit en dessous, soit en dessus d'elle, f et f' se trouvant séparées l'une de l'autre par l'intervalle d'une demi-période, les valeurs qui, par les formules ci-dessus, en résulteront

---

mule (9) exige qu'on opère sur celle qui la précède immédiatement dans le texte, et d'où elle provient *après réductions* des termes $2ee'$ et $2ac$. Ce dernier, notamment, qui représente la somme des produits de (1) par (6) et de (2) par (5), est nécessaire pour que les données du problème interviennent *toutes* dans les calculs et les résultats. Sans lui, rien n'indiquerait suffisamment qu'il s'agit de deux formes f, f', inverses l'une de l'autre, plutôt que de deux formes identiques, et d'ailleurs le calcul n'aboutirait pas, comme on peut s'en assurer.

pour T et U seront, d'une façon absolue, leurs moindres valeurs t_1, u_1. En général, s'il y a entre f et f' un intervalle de $2n+1$ demi-périodes, les indices hiérarchiques des valeurs correspondantes de T et U seront $2n+1$. Quant aux indices pairs, ils sont exclusivement réservés aux valeurs de T et U qui satisfont à l'équation $t^2 - Du^2 = +1$, les impairs appartenant à $t^2 - Du^2 = -1$.

» IV. D'après tout ce qui précède, la méthode développée par Gauss, dans le n° 162 des *Disquisitiones*, si on la modifie convenablement dans ses détails, conduit aussi aisément à la solution de l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ (ou $-m^2$), lorsqu'elle est possible, qu'à celle de l'équation $t^2 - Du^2 = +1$. Dans ce cas, on peut donc regarder chaque moitié de la période complète de Gauss comme formant deux périodes, identiques aux signes près des termes extrêmes des réduites occupant le même rang dans l'une de ces périodes et dans celle qui la suit.

» A cet égard, on se trouve dans le même cas que Lagrange, qui, lui, faisant usage de l'algorithme des fractions continues [où le quotient entier maximum (qu'il appelle $2a$) fait sa réapparition régulièrement périodique], est naturellement conduit à ne voir partout que des périodes complètes, de même composition, au bout de chacune desquelles la fraction convergente correspondante $\frac{t}{u}$ jouit de la propriété, si l'on en met les deux termes à la place de t et u dans la formule $t^2 - Du^2$, de fournir alternativement le résultat -1 (quand il est possible) à la fin des périodes de rang impair, et le résultat $+1$ à la fin des périodes de rang pair.

» Au reste, l'analogie entre les deux méthodes, qui est ici mise en évidence sur un point [1] en ce qui concerne la résolution des équations

$$t^2 - Du^2 = \pm 1,$$

peut être poussée plus loin, comme je le ferai voir dans une prochaine occasion. »

M. **Appell** est adjoint à la Commission du prix Fourneyron.

---

(1) J'aurais désiré compléter cette exposition théorique, en l'appliquant à deux exemples numériques, choisis de façon à en bien éclaircir les détails; mais le manque de place m'a contraint d'y renoncer.

CORRESPONDANCE.

M. H. Poincaré présente à l'Académie le Tome XII des « OEuvres complètes de Laplace : Mémoires extraits des Recueils de l'Académie des Sciences ».

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Thèse que M. *Delépine* vient de présenter à la Faculté des Sciences de Paris, sous le titre « Amines et amides dérivés des aldéhydes ».

M. Hatt, en présentant à l'Académie la feuille nouvellement gravée de la Carte hydrographique des côtes de Corse, comprenant les environs de Saint-Florent sur la côte ouest et ceux de Bastia sur la côte est, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur l'exécution de la gravure du relief représenté en lumière oblique. M. Delaune, l'habile graveur de la topographie, a produit une véritable œuvre d'art. La nature accidentée du terrain rendait la représentation particulièrement difficile, et, d'autre part, le peu de largeur de la presqu'île du cap Corse obligeait à figurer la topographie au complet.

» La Carte est à l'échelle de $\frac{1}{35000}$ environ; la projection est celle de Mercator. On peut distinguer à côté du carroyage régulier, correspondant aux méridiens et parallèles, un autre carroyage exécuté en traits entièrement fins destinés à disparaître avec les tirages successifs. Ce carroyage n'est autre que celui des minutes de construction originales, exécutées à l'échelle de $\frac{1}{20000}$; il correspond, dans ce voisinage de Bastia, à la méridienne et à la perpendiculaire du clocher de Sainte-Marie, axes auxquels sont rapportées les coordonnées rectangulaires des points du levé. Des formules spéciales servent à obtenir le transport direct de ce carroyage sur le cuivre au moyen du calcul des coordonnées géographiques (longitude et latitude) des intersections des parallèles aux axes. Ce transport une fois obtenu, le graveur n'a plus à opérer que la copie des carreaux successifs de la minute originale ramenée à l'échelle convenable au moyen de la photographie. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks* (1898, *oct.* 20), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*). Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoile.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.
Octobre 22	*a* 1798 BD + 56	$+0^m\ 8^s,02$	$+2'.48'',1$	8:8
22	*a* 1798 BD + 56	+0.16,74	+1.38,1	4:4
22	*a* 1798 BD + 56	+0.36,95	−0.49,4	4:4
22	*a* 1798 BD + 56	+0.53,22	−2.49,7	4:4

Position de l'étoile de comparaison.

Date. 1898.	Étoile.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Oct. 22 ...	1798 BD + 56	$15^h.19^m.28^s,74$	$-0^s,29$	$+56°.3'.13'',6$	$+15'',2$	A.G. Hels. Goth.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Oct. 22	$9^h.27^m.20^s,1$	$15^h.19^m.36^s,47$	$\bar{1},765$	$+56°.6'.16'',9$	0,803
22	9.38. 4,6	15.19.45,19	$\bar{1},750$	+56. 5. 6,9	0,810
22	10. 1.35,8	15.20. 5,40	$\bar{1},716$	+56. 2.39,4	8,840
22	10.20.47,8	15.20.21,67	$\bar{1},700$	+56. 0.39,1	0,850

Remarques. — En présence de la Lune, la comète a l'éclat d'une nébuleuse de la classe I-II. Elle est arrondie, diffuse, sans queue et a 2′ de diamètre total. Elle est plus brillante vers la région centrale où se trouve une condensation diffuse qui s'observe assez difficilement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales intermédiaires des équations du second ordre.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Darboux.

« Étant donnée une équation de Monge-Ampère

$$A(rt - s^2) + Br + Cs + Dt + E = 0,$$

MM. Sophus Lie et Darboux ont démontré que, si elle admet deux inte-

grales intermédiaires distinctes $F(u, v) = 0$, u et v étant des fonctions de x, y, z, p, q et F une fonction arbitraire, cette équation peut être ramenée par une transformation de contact à l'une des deux formes canoniques $r = 0$, $s = 0$, suivant que les deux systèmes de caractéristiques sont confondus ou distincts. Ce théorème ne semble pas avoir été étendu complètement jusqu'ici aux équations du second ordre à un nombre quelconque de variables; c'est cette extension que je me propose d'indiquer dans cette Note.

» Soient $x_1, x_2, \ldots, x_n$ un système de n variables indépendantes, z une fonction de ces variables; nous poserons

$$p_i = \frac{\partial z}{\partial x_i}, \qquad p_{ik} = \frac{\partial^2 z}{\partial x_i \, \partial x_k} \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

» Les équations du second ordre, qui doivent être considérées comme analogues à l'équation de Monge-Ampère, sont les équations de la forme

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} p_{11} + \alpha_{11} & p_{12} + \alpha_{12} & \ldots & p_{1n} + \alpha_{1n} \\ p_{21} + \alpha_{21} & p_{22} + \alpha_{22} & \ldots & p_{2n} + \alpha_{2n} \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ p_{n1} + \alpha_{n1} & p_{n2} + \alpha_{n2} & \ldots & p_{nn} + \alpha_{nn} \end{vmatrix} = 0,$$

où les α_{ik} sont des fonctions quelconques de $x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, \ldots, p_n$, ou du moins peuvent toujours se ramener à cette forme par une transformation de contact convenable.

» L'équation (1) admet deux familles de caractéristiques de premier ordre; les équations différentielles de l'un des systèmes sont

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{l} dz - p_1 \, dx_1 - p_2 \, dx_2 - \ldots - p_n \, dx_n = 0, \\ dp_1 + \alpha_{11} \, dx_1 + \alpha_{12} \, dx_2 + \ldots + \alpha_{1n} \, dx_n = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ dp_n + \alpha_{n1} \, dx_1 + \alpha_{n2} \, dx_2 + \ldots + \alpha_{nn} \, dx_n = 0; \end{array} \right.$$

et les équations différentielles de l'autre système se déduisent de celles-là en permutant les indices i et k dans les coefficients α_{ik}.

» La recherche des intégrales intermédiaires de l'équation (1) se ramène à la recherche des combinaisons intégrables des équations (2) ou des équations analogues de l'autre système. Si l'un de ces systèmes admet n combinaisons intégrables distinctes,

$$du_1 = 0, \qquad du_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad du_n = 0,$$

l'équation (1) admet l'intégrale intermédiaire $F(u_1, u_2, \ldots, u_n) = 0$, et ré-

ciproquement. Si $du = 0$ et $dv = 0$ sont deux combinaisons intégrables de chacun des deux systèmes, on a toujours $[u, v] = 0$.

» Cela posé, si l'équation (1) admet deux intégrales intermédiaires distinctes, il peut se présenter deux cas :

» 1° L'un des systèmes de caractéristiques admet $n+1$ intégrales distinctes. Les deux systèmes de caractéristiques sont alors confondus, et l'équation peut se ramener, par une transformation de contact, à la forme simple $p_{11} = 0$ [1].

» 2° Les deux systèmes de caractéristiques sont distincts et chacun d'eux admet n combinaisons intégrables distinctes. Le problème revient alors à trouver deux groupes de n fonctions distinctes $(u_1, u_2, \ldots, u_n)$ et $(v_1, v_2, \ldots, v_n)$ tels que l'on ait $[u_i, v_k] = 0$ pour toutes les valeurs des indices i et k. Cette dernière question se résout facilement, grâce à la théorie des *groupes homogènes de fonctions* de M. Sophus Lie (*Mathematische Annalen*, t. VIII et XI; *Theorie der Transformationsgruppen*, t. II). En effectuant une transformation de contact convenable, et remplaçant $u_1, u_2, \ldots, u_n$ par des fonctions distinctes $f_1(u_1, \ldots, u_n), \ldots, f_n(u_1, \ldots, u_n)$ et opérant de même pour les v_k, on démontre qu'il est possible de ramener les deux groupes de fonctions u et v à l'une des formes canoniques suivantes :

$$
\text{(I)}\quad \left\{ \begin{array}{ll}
u & \boxed{x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_q,\ p_1,\ p_2,\ \ldots,\ p_q,\ x_{q+1},\ \ldots,\ x_r,\ z}\,, \\[2ex]
v & \boxed{x_{r+1},\ \ldots,\ x_n,\ \dfrac{p_{r+1}}{p_n},\ \ldots,\ \dfrac{p_{n-1}}{p_n},\ x_{q+1},\ \ldots,\ x_r}\,;
\end{array} \right.
$$

$$
\text{(II)}\quad \left\{ \begin{array}{ll}
u & \boxed{x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_q,\ p_1,\ p_2,\ \ldots,\ p_q,\ x_{q+1},\ \ldots,\ x_r}\,, \\[2ex]
v & \boxed{x_{r+1},\ \ldots,\ x_n,\ p_{r+1},\ \ldots,\ p_n,\ x_{q+1},\ \ldots,\ x_r}\,.
\end{array} \right.
$$

» Pour le type (I), la somme $q + r$ est égale à $n - 1$, et le nombre q

---

[1] Les équations dont il s'agit ont été déterminées, sous leur forme la plus générale, par M. Darboux, dans son *Mémoire sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre* (*Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences*, t. XXVII, p. 212). Quelques cas particuliers ont fait l'objet de travaux récents : Vivanti (*Mathematische Annalen*, t. XLVIII, p. 474-513), Forsyth (*Cambridge philosophical Transactions*, vol. XVI, part. III, p. 191-218), Josef Kurschak (*Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger der Akademie*, t. XIV; Budapest, 1898), etc.

peut varier depuis 1 jusqu'au plus grand entier contenu dans $\frac{n-1}{2}$; pour le type (II), la somme $q+r=n$, et q peut varier depuis 1 jusqu'au plus grand entier contenu dans $\frac{n}{2}$. Chacune des formes canoniques précédentes est caractérisée par le nombre des fonctions distinctes qui appartiennent à la fois aux deux groupes des u et des v; comme ce nombre peut varier de 0 à $n-2$, *il y a en tout* $n-1$ *formes canoniques distinctes,* à chacune desquelles correspond une forme canonique d'équation du second ordre, admettant deux intégrales intermédiaires distinctes. Toutes ces équations du second ordre admettent une intégrale générale explicite.

» Ainsi, pour $n=3$, on a les deux équations canoniques

$$p_{12}=0, \qquad p_{12}p_3-p_{13}p_2=0,$$

dont les intégrales générales sont respectivement

$$z=\varphi(x_1,x_3)+\psi(x_2,x_3),$$
$$z=\varphi[x_1,\psi(x_2,x_3)],$$

φ et ψ étant des fonctions arbitraires.

» Pour $n=4$, on a les trois équations canoniques

$$p_{12}=0, \qquad p_{12}p_3-p_{13}p_2=0, \qquad p_{13}p_{24}-p_{14}p_{23}=0.$$

» L'intégrale générale de la dernière est représentée par le système de deux équations

$$\left\{\begin{aligned} z&=\varphi(x_1,x_2,a)+\psi(x_3,x_4,a),\\ &\frac{\partial\varphi}{\partial a}+\frac{\partial\psi}{\partial a}=0,\end{aligned}\right.$$

où a désigne un paramètre variable, φ et ψ étant des fonctions arbitraires.

» En revenant à un système de variables quelconques, les résultats obtenus peuvent s'énoncer comme il suit : *Soient* $X_1, X_2, \ldots, X_n$; $P_1, \ldots, P_n$, Z, $(2n+1)$ *fonctions des variables* $x_1, \ldots, x_n$; $p_1, p_2, \ldots, p_n$, z, *satisfaisant à l'identité*

$$dZ-P_1\,dX_1-\ldots-P_n\,dX_n=\rho(dz-p_1\,dx_1-\ldots-p_n\,dx_n);$$

toute équation de la forme $\frac{D(u_1,u_2,\ldots,u_n)}{D(x_1,x_2,\ldots,x_n)}=0$, *où* $u_1, u_2, \ldots, u_n$ *sont* n *quelconques des fonctions* Z, X_i, P_k, *admet deux intégrales intermédiaires distinctes. Réciproquement, toute équation du second ordre, qui jouit de cette propriété, peut être obtenue de cette façon.*

» Il est à remarquer que tous les types ainsi obtenus ne sont pas essentiellement distincts. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points singuliers situés sur le cercle de convergence et sur la sommation des series divergentes.* Note de M. **Leau**, présentée par M. Appell.

« Soit la série $f(z) = \Sigma a_p z^p$ dont le cercle de convergence a un rayon égal à l'unité. Supposons qu'on veuille s'assurer s'il y a ou non, sur un certain arc de cercle, des points singuliers. On pourra prendre sur le rayon bissecteur un point b et, en l'imaginant assez voisin de l'origine, on sera conduit, d'après le criterium de M. Hadamard, à étudier la limite supérieure de $\left|\frac{f^n(b)}{n!}\right|^{\frac{1}{n}}$ pour n infini. Or *on ne change pas cette limite* si l'on se borne à faire varier, dans la formation de la dérivée, p de n à n', $\frac{n'}{n}$ restant supérieur à un nombre fixe plus grand que 1. Ainsi, il existe des suites de nombres dépendant de a et d'un entier n

$$\alpha_{n,n}, \quad \alpha_{n+1,n}, \quad \ldots, \quad \alpha_{n',n},$$

telles que, dans les conditions énoncées, la solution du problème dépend de la limite supérieure de $|\alpha_{n,n} a_n + \alpha_{n+1,n} a_{n+1} + \ldots + \alpha_{n',n} a_{n'}|^{\frac{1}{n}}$.

» Des représentations conformes, autres que le prolongement analytique, donnent des résultats tout à fait analogues.

» Ce fait est important. M. Fabry a basé sur lui ses recherches dans le cas où l'arc considéré se réduit à un point. Mais, même si l'on choisit une représentation conforme fournissant pour les α des valeurs très simples, l'expression ainsi introduite, et qui joue dans l'extension des séries un rôle analogue à celui du terme général pour la convergence, est, en elle-même, difficile à étudier. Or on peut, *sans se préoccuper de la nature des coefficients* α, tirer du résultat précédent diverses conséquences. En voici quelques-unes que, pour plus de brièveté, j'énonce avec beaucoup trop de restrictions :

» Soit une suite de nombres positifs $b_0, b_1, \ldots, b_n, \ldots, b_n$ tendant vers 1 pour n infini, et appelons $n^{\text{ième}}$ ensemble les coefficients $b_n, b_{n+1}, \ldots, b_{n'}$. Si μ est positif et inférieur à $\frac{1}{4}$, ω compris entre 0 et 1, et si k passe par toutes les valeurs entières, supprimons dans une infinité d'ensembles les b_p

pour lesquels on a

$$\frac{k+\mu}{\omega} < p < \frac{k+(1-\mu)}{\omega};$$

le point $e^{2i\pi\omega}$ *sera singulier* pour la série $\Sigma b_p z^p$. De là un moyen de construire une infinité de séries admettant le cercle de convergence pour coupure.

» Inversement, on pourra former des séries n'ayant qu'un point singulier. Imaginons des séries $f_1(z)$, $f_2(z)$, ..., $f_n(z)$, ..., satisfaisant aux conditions suivantes : 1° le point $+1$ est singulier; 2° pour un nombre b négatif, les expressions correspondantes relatives à chacune des séries tendent simultanément vers $\frac{1}{1-b}$; 3° dans les différences $f_{n+1}(z) - f_n(z)$ les termes dont le degré varie de n à $2n$ ont leurs coefficients a_p inférieurs en module à h^p, h étant une constante inférieure à l'unité. Entre autres, *la série dont le terme général est le* $n^{\text{ième}}$ *terme de* $f_n(z)$ *n'a que le point* $+1$ *pour point singulier* sur le cercle de convergence. On peut dire, par une comparaison naturelle, qu'on a en quelque sorte des séries *tangentes* le long de polynomes plus ou moins éloignés et qu'on prend leur *enveloppe* (qui n'est d'ailleurs pas unique). Voici un exemple simple : c'est la série dont le terme général est

$$\left(c_0 + \frac{c_1}{n} + \frac{c^2}{n^2} + \ldots + \frac{c^n}{n^n}\right) z^n,$$

les c étant des constantes dont le module est limité.

» C'est par l'emploi des représentations conformes qu'a été obtenu le résultat énoncé au début de cette Note. Elles permettent également, comme l'a montré M. Lindelöf, de calculer la valeur numérique de la fonction représentée par une série en dehors du cercle de convergence de cette dernière. Si l'on cherche, par un pareil procédé, des valeurs de plus en plus approchées de la valeur exacte, on est conduit, si la série proposée est $f(z) = \Sigma a_p z^p$, à en former d'autres dépendant d'un entier m

$$(1) \qquad \Sigma a_p b_{pm} z^p,$$

et qui, pour la valeur considérée de z, fournissent précisément les valeurs approchées en question. Mais, en général, ces coefficients b dépendent de z. Proposons-nous donc de déterminer des nombres b *constants*, au moins lorsque z reste dans certaines régions, et tels que les séries (1) soient convergentes, leurs sommes ayant pour limite $f(z)$ en supposant

que z reste dans une région où $f(z)$ est holomorphe. En utilisant une démonstration de M. Borel ([1]), on arrive à ce résultat fort simple : si le procédé de sommation s'applique à $\frac{1}{1-z}$ et se fait uniformément dans une région A contenant l'origine, il s'applique dans une autre région B pour *toute fonction* qui y est holomorphe. Il suffit donc de former les séries (1) quand tous les a sont égaux à l'unité. Voici des exemples :

» 1° On part de la fonction $\frac{1-e^{-m(1-z)}}{1-z}$ que l'on développe suivant les puissances croissantes de z. Il est aisé de voir qu'on retrouve ainsi, par une voie différente, le mode de calcul principalement employé par M. Borel dans sa théorie si intéressante des séries divergentes sommables.

» 2° a étant une constante, on forme les polynomes en z,

$$\frac{1-\left(\frac{a+z}{a+1}\right)^m}{1-z}.$$

» Ce procédé peut être considéré comme une généralisation d'une transformation due à Euler. M. Lindelöf en a donné une autre dépendant d'une arbitraire α. On peut faire varier α avec z et, en posant $\alpha = -\frac{z}{a}$, on passe d'une généralisation à l'autre.

» Ces différents résultats seront développés dans un prochain Mémoire. »

ACOUSTIQUE. — *Mesure de la vitesse du son*. Note de M. **Frot**, présentée par M. Lippmann.

« Cette Note a pour but de faire connaître deux valeurs que nous avons obtenues pour la vitesse du son dans l'air à 0°, en opérant soit directement à l'aide de chronomètres à pointage, soit automatiquement à l'aide de vibrateurs électriques et de chronographes de chute.

» *Mesure directe*. — Cette mesure a été faite le 15 février 1896 sur le polygone de Bourges, en utilisant un tir du canon de 120 long, et en profitant de ce que la température, indiquée par un thermomètre placé près de la pièce, était de 0°. De plus l'air était presque calme, l'anémomètre

---

([1]) *Sur les séries de Taylor admettant leur cercle de convergence comme coupure* (Mémoire paru dans le *Journal de Mathématiques*).

enregistrant un vent de $1^m,70$ à la seconde, dont la direction faisait avec celle du tir un angle de $110°$. Enfin la pression barométrique était de 756^{mm}.

» Le procédé employé a consisté simplement à noter pour chaque coup de canon, avec deux chronomètres à pointage comparables, les temps qui s'écoulaient entre le moment où le coup partait et celui où l'obus, arrivé au but, éclatait, d'une part, et le moment où le coup partait et celui où le bruit de la détonation du projectile revenait à la pièce, d'autre part.

» On a observé de la pièce, à l'aide d'une lunette, les points d'éclatement dont les emplacements ont été ensuite déterminés à l'aide d'une triangulation rapportée à la ligne de tir jalonnée de 50^m en 50^m.

» Le Tableau suivant donne les résultats moyens obtenus à l'aide des quinze expériences faites.

Durée mesurée { entre le départ du coup et l'arrivée à la pièce de l'onde de l'explosion de l'obus	$35^s,00$
Durée mesurée { entre le départ du coup et l'explosion de l'obus	$18^s,20$
Temps mis par l'onde de l'explosion pour arriver à la pièce	$16^s,80$
Distance séparant le point d'éclatement de la pièce	$5565^m,00$
Vitesse du son à 0° en air agité	$331^m,2$
Composante du vent suivant la direction du tir	$-0,6$
Vitesse du son à 0°, en air calme	$330^m,6$
Nombre de coups utilisés	15

» *Mesure automatique*. — Dans cette série d'expériences, on a enregistré électriquement, à l'aide d'un chronographe de Boulangé-Bréger, le temps mis par l'onde de la détonation d'un coup de canon pour parcourir un espace de 40^m.

» Dans ce but, deux écrans, placés sur la ligne de tir, l'un à 30^m et l'autre à 70^m de la pièce, portant des vibrateurs à ressort identiques, ont été intercalés dans les deux circuits d'un chronographe. L'onde de la détonation, frappant successivement chaque écran, mettait en mouvement le vibrateur, coupait le courant correspondant et faisait tomber un des pendules du chronographe.

» On a obtenu ainsi le temps mis par cette onde pour parcourir la distance séparant les deux écrans et, par suite, la vitesse du son.

» La température et le vent ayant été également enregistrés, on a pu ramener cette vitesse à ce qu'elle aurait été en air calme et à 0°, en admettant une correction de $0^m,625$ pour chaque degré.

» 14 observations ont pu être faites en cinq séances et sont consignées dans le Tableau suivant :

Jour du tir.	Conditions atmosphériques. Température.	Composante du vent suivant la direction du tir.	Hauteur barométrique.	Nombre de coups tirés.	Vitesse du son mesurée.	Vitesse du son ramenée à 0° et en air calme.
1896 26 juin..	30°	−1^{m}	749	1	348,3	330,6
» 6 juill..	29	−1	750	5	348,2	331,1
» 7 juill..	33	−1	745	1	351,0	331,4
» 26 oct...	12	0	741	4	338,4	330,9
» 28 oct...	7	0	737	3	335,2	330,6
Vitesse moyenne du son à 0° et en air calme.			14 expériences.			330,9

» *Résumé.* — En résumé, nous avons obtenu, pour la vitesse du son à 0° et en air calme, $330^{m},6$ par la première méthode et $330^{m},9$ par la seconde, ce qui, étant donné que nous pouvons, sans erreur appréciable, attribuer à ces deux résultats un poids semblable, nous donne, comme valeur moyenne de la vitesse du son résultant des expériences, $330^{m},7$. »

ACOUSTIQUE. — *Sur les sons des cordes.* Note de M. **A. Guillemin**, présentée par M. J. Violle.

« En cherchant à répéter les expériences classiques sur l'effet d'un contact léger en un point d'une corde vibrante, je suis arrivé au résultat suivant, qui est d'ailleurs une conséquence immédiate de la théorie établie dans mon livre *La Voix et le Timbre :*

» Étant donnée une courbe de longueur 1 rendant le son $ut_1 = 1$, quelle que soit la façon dont elle a été ébranlée, si, immédiatement après l'avoir mise en mouvement, on la touche légèrement en un point quelconque avec le doigt ou un pinceau de crin, ou si on la fixe brutalement avec un chevalet de façon à partager ladite corde en deux segments a et $1-a$, toujours on entend les deux sons $\frac{1}{a}$ et $\frac{1}{1-a}$ que donnerait chacun des segments vibrant seul.

» Ces deux sons partiels ont en général une durée très courte, quelle que soit l'énergie de l'ébranlement initial.

» Ma théorie fournit une explication très simple de ce fait. En effet, le son engendré par la vibration d'une corde n'est point le son de la corde,

qui est insensible, mais le son produit par les chocs rythmés que, par l'entremise des pieds des chevalets, la corde assène en vibrant sur la table d'harmonie. Or, quand on pose un chevalet intermédiaire de façon à couper la corde vibrante en deux segments a et $1 - a$, on ne fixe qu'un point unique de la corde, tandis que les autres points continuent à se mouvoir en vertu du mouvement de translation qu'ils possèdent. Il s'ensuit que chaque segment acquiert la période de vibration qui correspond à sa longueur et imprime au chevalet commun les petits déplacements dont le rythme est réglé par son mouvement vibratoire propre. Or, ces déplacements sont en général discordants; ils se contrarient et amènent vite l'immobilité des segments excitateurs.

» C'est seulement dans certains cas, faciles à prévoir, que les petits déplacements du chevalet seront concordants : les sons partiels se prolongeront alors quelque temps.

» Prenons, par exemple, le cas d'une corde pincée en son milieu.

» 1° Le chevalet fixe le milieu de la corde. Traçons les lignes brisées qui représentent les petits déplacements du chevalet ([1]) dus à l'action de chacun des segments et nous verrons tout de suite que les vibrations de chaque moitié sont absolument concordantes; aussi les deux sons $ut_2 = 2$ s'entendent-ils parfaitement.

» 2° Le chevalet est placé au quart. Les deux sons partiels sont alors $\frac{4}{3} = fa_1$ et $\frac{4}{1} = ut_3$. Si nous traçons encore les lignes brisées représentatives des petits déplacements que subirait le chevalet s'il n'était ébranlé, premièrement que par le segment $\frac{1}{4}$ de la corde, deuxièmement que par le segment $\frac{3}{4}$, nous verrons que les abaissements et les relèvements de la deuxième ligne coïncident tous avec des abaissements et des relèvements de la première, de façon à s'ajouter arithmétiquement. Aussi les sons fa_1 et ut_3 s'entendent-ils très nettement.

» 3° Il y aurait de même concordance si le chevalet immobilisait les points situés exactement au sixième, au huitième, etc., c'est-à-dire dans des cas plutôt théoriques que pratiques.

» Nous devons ajouter que, même dans ces cas, s'il est toujours vrai que les abaissements coïncident, il est extrêmement rare que les relèvements se fassent aux temps indiqués; par suite, leurs coïncidences n'existent presque jamais et les sons partiels s'éteignent presque toujours vite.

([1]) Voir Helmholtz, *Théorie physiologique de la Musique*, traduction Guéroult, *fig.* 19, p. 75.

» Lorsque la corde est pincée au tiers, la discussion des cas particuliers est un peu plus compliquée, mais elle conduit toujours à des résultats d'accord avec l'expérience. En particulier, lorsqu'on fixe le point pincé, qui est situé au $\frac{1}{3}$, les deux segments, loin de se taire, comme l'affirme Helmholtz, disent nettement sol_2 et sol_1.

» Ainsi, par la fixation d'un point convenable d'une corde vibrante, on obtient tel son partiel que l'on veut; on ne saurait évidemment en conclure l'existence préalable de ce son partiel dans le son primitif de la corde. »

CHIMIE. — *Sur le poids atomique du tellure, en relation avec les proportions multiples des poids atomiques des autres corps simples.* Note de M. **H. Wilde.**

« La détermination récente du poids atomique du tellure, par M. R. Metzner (*Comptes rendus,* 13 juin 1898), me fournit l'occasion d'attirer encore une fois l'attention des savants sur la condition anomale actuelle de la Chimie théorique et sur les obstacles qu'elle rencontre dans la voie de son progrès futur.

» Les expériences faites par M. Metzner donnent pour le tellure un poids atomique égal à 127,9 comme la moyenne de la première série et 128,01 pour la seconde série. Ces résultats indiquent une plus grande approximation au nombre théorique 128 adopté par Dumas et autres chimistes, qu'aucun de ceux précédemment mentionnés.

» Le Mémoire classique de Dumas ([1]) sur les équivalents des corps simples contenait toute notre connaissance réelle des relations numériques parmi les poids atomiques jusqu'à la publication de mon propre Mémoire sur l'origine des substances élémentaires ([2]), dans lequel les triades et autres multiples relations des poids atomiques révélées par l'illustre Dumas ont été grandement étendues. J'ai aussi trouvé que la différence numérique commune, entre les poids atomiques de la série oxygénée et les métaux des terres alcalines, observée par Dumas est exactement parallèle avec une différence commune dans les poids atomiques des halogènes et métaux alcalins, différence de la moitié de la quantité indiquée dans la série de l'oxygène et des métaux de terres alcalines. Cette nouvelle relation n'est devenue manifeste qu'après l'Ouvrage de Dumas, je veux dire par la dé-

([1]) *Comptes rendus,* t. XLV, p. 709; t. XLVI, p. 951; t. XLVII, p. 1026.
([2]) *Manchester Memoirs;* 1878, 1886 et 1894.

couverte du rubidium et du cœsium, et par l'adoption des poids atomiques de Cannizzaro.

» Le parallélisme absolu des séries positives et négatives des éléments H*n* et H2*n*, tel qu'on peut le voir par ma Table (*Comptes rendus,* 8 novembre 1897), dans leurs relations numériques, chimiques et physiques, ne laisse pas de doute, que, pour ces quatre séries naturelles et les mieux connues, les proportions multiples de leurs poids atomiques ne représentent la vérité de la nature. Les petites différences que l'on peut observer entre les poids expérimentaux et quelques-uns des poids atomiques théoriques, si on les répartit entre les vingt-quatre nombres composant les quatre séries, ne s'élèvent qu'à 0,0046 des déterminations réelles.

» Les poids atomiques concordent, par conséquent, d'une façon beaucoup plus étroite avec les résultats expérimentaux que la loi fondamentale des chaleurs atomiques, formulée par Dulong et Petit pour ces mêmes séries. Personne ne révoque en doute l'exactitude générale de cette loi, parce qu'elle ne trouve pas son application pour le charbon, le bore et le silicium, ou pour les quantités fractionnaires, dans le nombre total de séléments. La loi de Dalton sur la combinaison chimique dans des proportions définies et multiples a été basée sur des approximations différant pour les principaux éléments de plus de 30 pour 100, d'après les dernières déterminations ([1]), et, par suite de l'adoption des poids atomiques de Canizzaro, ces différences se sont grandement accrues.

» J'appuierai également fortement sur ce fait, jusqu'à présent ignoré par les chimistes : comme les poids atomiques des deux séries positives d'éléments, H*n* et H 2*n* sont les produits des grands nombres multiples 16, 23 et 24 respectivement, et comme ces poids atomiques sont en relation réciproque, par les différences communes 4 et 8, avec les grands nombres multiples 46 et 48 des deux séries négatives d'éléments, il résulte de ces rapprochements que les proportions multiples exactes subsistant parmi ces poids atomiques plus élevés ont une valeur beaucoup plus grande pour déterminer s'ils sont des nombres entiers d'hydrogène, que lorsque tous les équivalents étaient comparés directement avec l'unité ou la demi-unité d'hydrogène, par Stas et les chimistes plus anciens.

» J'ai maintenant l'honneur d'apporter devant l'Académie un nouvel argument en faveur des proportions multiples exactes des poids atomiques, lequel, en même temps qn'il sera utile aux étudiants passionnés pour les Sciences naturelles, sera un obstacle permanent aux prétentions de ces

---

([1]) *Dalton's new system of chemical Philosophy,* vol. II, p. 352; 1827.

chimistes qui exposent leurs approximations dressées péniblement, entre les poids atomiques, comme étant la vérité absolue de la nature et la limite du pouvoir des futurs investigateurs.

» Dans le Mémoire auquel je me réfère, Dumas formulait la proposition que, « dans trois corps simples de la même famille naturelle, l'équivalent » du corps intermédiaire est toujours la moitié de la somme des équiva- » lents des deux corps extrêmes ». Cette proposition, ainsi qu'on s'en convaincra, est l'expression rigoureuse des proportions multiples exactes et définies des poids atomiques.

» Le premier exemple de cette loi, donné par Dumas, est la triade du soufre, du sélénium et du tellure, avec les anciens équivalents 16, 40, 64, égaux à 32, 80, 128 des poids atomiques de Cannizzaro. Maintenant, dans la Géométrie de l'espace, nous avons une triade de proportions numériques semblables à celles qui ont été trouvées entre les poids atomiques, puisque un cône, une sphère et un cylindre d'égal diamètre et d'égale hauteur ont les rapports 1, 2, 3, respectivement, le corps intermédiaire étant la moitié de la somme des deux corps extrêmes, comme dans la triade du soufre, du sélénium et du tellure. L'attitude mentale de ces chimistes qui font de leurs déterminations des poids atomiques la vérité absolue de la nature, pourrait être exactement comparée à celle d'un artiste ingénieux qui essayerait de démontrer par des moyens mécaniques les rapports du cône, de la sphère et du cylindre, mais qui, s'étant aperçu, après un long espace de temps et beaucoup de travail, que les rapports exacts de poids et de mesure ne pouvaient pas être obtenus, à cause de l'inégale densité des matériaux sur lesquels il aurait opéré, ou pour d'autres motifs, mettrait le résultat de ses travaux au-dessus des démonstrations du géomètre et déclarerait, dans le langage hyperbolique employé par Stas au sujet des proportions multiples des poids atomiques, tels qu'ils ont été modifiés par Dumas, que les rapports exacts du cône, de la sphère et du cylindre sont « une simple illusion, et une hypothèse pure, en contradiction absolue » avec l'expérience » ([1]).

» Si l'on applique les raisonnements qui précèdent aux déterminations du poids atomique du tellure par M. Metzner, et si l'on admet l'exactitude de la valeur théorique de 128, on verra que M. Metzner, en prenant la moyenne des résultats de sa première série d'expériences sur le sulfate, et en adoptant le poids atomique final de 127,9, s'est à peine rendu jus-

---

([1]) *Bull. Acad. Sc. Belgique*, t. X, p. 212; 1860.

tice, car la seconde série avec l'acide tellurique donne un poids atomique moyen de 128,01. De plus, sur les sept déterminations faites par M. Metzner, trois donnent le poids atomique théorique réel de 128, ce qui est le critérium des résultats expérimentaux. »

CHIMIE. — *Sur les positions du tellure et de l'iode, dans les systèmes périodiques des éléments.* Note de M. **H. Wilde**.

« Les expériences de M. Metzner sur le poids atomique du tellure (*Comptes rendus*, 13 juin 1898), montrent une valeur égale à 128 en confirmation de celle adoptée par Dumas et d'autres chimistes; par là même, ils viennent à propos en ce moment, comme apportant une preuve décisive de la validité ou de la non-validité des systèmes périodiques des poids atomiques, dont la prétention est encore maintenue par quelques chimistes éminents.

» Les lois générales des chaleurs atomiques et les proportions multiples des poids atomiques, fondées comme elles le sont, d'après la méthode inductive d'observation, un certain nombre de cas séparés, ne sont pas affectées par un petit nombre d'apparentes exceptions; mais des systèmes périodiques, ayant leur origine dans la notion arbitraire d'une chaîne continue des éléments dans l'ordre de leurs poids atomiques, le manque d'un seul anneau est fatal à la validité de ces classifications.

» Dans la Table des éléments de Mendéléeff (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 969), les exigences du système périodique exigent que le tellure ait un poids atomique inférieur à celui de l'iode, 127; l'éminent chimiste russe a, par conséquent, assigné au tellure une valeur égale à 125, bien que le poids atomique de cet élément ait été démontré, à plusieurs reprises différentes, être 128. Cette valeur exige la transposition de l'iode et du tellure dans sa Table, ce qui rangerait l'iode dans la famille du soufre et du tellure, et ce dernier élément dans la famille du chlore et du brome, ce qui est absurde. Il n'y a par conséquent aucune position dans le système périodique, pour le tellure et l'iode, qui soit conforme à une classification naturelle des corps simples.

» Plusieurs chimistes, désireux de partager la popularité des auteurs des systèmes périodiques, ont modifié ces systèmes conformément à leur idiosyncrasie particulière et dans le but de vaincre les difficultés qu'il y avait à trouver des places pour l'argon, l'hélium et autres éléments récemment découverts. Le dernier de ces essais a été fait par sir W. Crookes

(*Procès-verbaux de la Société royale,* 9 juin 1898), qui revendique pour sa modification en double spirale une plus grande symétrie que celle obtenue par Mendéléeff et dirige une attention particulière sur les triades Cl, Br, I, et S, Se, Te, comme preuve de ce qu'il avance. On remarquera cependant que, tandis que sir W. Crookes a généralement suivi l'arrangement de Mendéléeff, et particulièrement en plaçant le tellure avant l'iode, il a rendu le système périodique plus absurde en séparant le fluor du chlore et en plaçant cet élément éminemment actif à la tête de la famille des métaux du platine. La même anomalie se montre encore dans la séparation de l'oxygène du soufre et dans la substitution de l'hydrogène au fluor, dans la famille du chlore et du brome.

» Enfin, les auteurs des systèmes périodiques sont convaincus d'avoir interpolé dans leurs Tableaux respectifs, sciemment ou inconsciemment, l'arrangement naturel de Dumas des corps simples en familles et d'avoir présenté ces interpolations pour prouver la vérité de leurs prétendus systèmes périodiques.

» Des chimistes, dans l'enthousiasme de leur juste appréciation pour le travail de Mendéléeff lors de sa prédiction de l'existence du gallium, du scandium et du germanium, ont négligé de s'enquérir des méthodes à l'aide desquelles les Tables de systèmes périodiques ont été dressées par leurs auteurs respectifs. Un examen de ces Tables montrera : 1° que les prédictions de Mendéléeff ne sont pas basées sur le prétendu système périodique, mais bien sur les classifications et le travail de Dumas ; ainsi qu'on peut le voir par ma Table d'éléments disposée avec leur poids atomique dans des proportions multiples, laquelle indique également les places et les propriétés des mêmes éléments prédits par Mendéléeff; 2° que lorsque l'ordre par série des poids atomiques est exactement suivi, l'idée d'avoir recours aux propriétés des fonctions périodiques n'a absolument aucun fondement naturel ([1]).

» J'ai indiqué ailleurs d'autres contradictions qu'entraîne l'idée illusoire de périodicité des propriétés chimiques des éléments ([2]). Dans la Table de Mendéléeff, le bore est placé à la tête des séries de l'aluminium et

---

([1]) M. Berthelot a également montré que les prédictions de Mendéléeff ne sont pas une conséquence des séries périodiques, mais bien de l'arrangement des éléments en familles, dans lesquelles, par comparaison, certains termes manquent (*Les Origines de l'Alchimie,* p. 302-315; 1885).

([2]) *Manchester Memoirs,* vol. 9; 1894. — *Phil. Mag.,* vol. 40; 1885.

du gallium, tandis que M. Étard [1] et d'autres ont montré que cet élément appartient, en réalité, au groupe du phosphore et du vanadium. La position du bore à la tête de ce groupe déplace l'azote qui, comme le tellure et l'iode, ne trouve pas de place dans le système périodique. Les places qu'occupent l'or, le mercure, le plomb et d'autres éléments dans la Table périodique sont également anormales; même dans le troisième groupe historique de la Table de Mendéléeff, la place et les poids atomiques du scandium, du gallium, de l'indium et d'autres membres de ce groupe sont encore susceptibles de revision. J'ai montré que les proportions multiples des poids atomiques de ce groupe ($H2n$) sont semblables à celles des séries Hn et $H2n$ et concordent avec les valeurs généralement acceptées ou bien avec un multiple ou un sous-multiple des mêmes. Il s'ensuit qu'il est beaucoup plus probable que les poids atomiques du scandium, 42, et du gallium, 96, dans ma Table soient exacts, que les valeurs évaluées 44 et 68 respectivement, adoptées par Mendéléeff.

» La simplicité des réactions spectrales du scandium, du gallium, de l'indium et du thallium, à des températures inférieures à celles de l'étincelle électrique condensée, montre que ces éléments ont des positions homologues avec les métaux alcalins et les métaux de terre alcaline dans les séries Hn et $H2n$, tandis que Mendéléeff a placé le gallium et ses congénères dans des positions homologues avec le cuivre, l'argent et l'or; le zinc, le cadmium et le mercure. Il a également fait du scandium l'analogue de l'yttrium, du didyme et de l'erbium, tandis que les propriétés spectrales et autres de cet élément montrent qu'il appartient à la famille alterne du gallium, de l'indium et du thallium.

» La quantivalence et les poids atomiques de cette série d'éléments sont d'intéressants sujets d'investigation et méritent la plus grande attention de la part des chimistes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'amalgame de calcium* [2].
Note de M. **J. Ferée.**

« Dans son Mémoire sur les amalgames des métaux alcalino-terreux, M. Maquenne [3] a montré que l'amalgame de calcium est très difficile à

(1) *Comptes rendus,* t. XLI, p. 931; 1880.
(2) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy, laboratoire de M. Güntz.
(3) *Bull. de la Soc. chim. de Paris,* p. 366; 1892.

obtenir par électrolyse aqueuse de son chlorure et qu'il est presque impossible de le conserver à cause de sa grande oxydabilité. Par distillation dans le vide et en partant de près d'un kilogramme d'un pareil produit, M. Maquenne n'a pu isoler que quelques centigrammes d'amalgame riche. Sur les conseils de M. Güntz, j'ai repris depuis longtemps l'étude de cet amalgame ([1]).

» L'électrolyse a été faite en se servant, pour préserver autant que possible l'amalgame formé de l'action du chlore, d'un vase poreux de pile comme diaphragme; on évite l'élévation de température en refroidissant les liquides par un courant d'eau froide circulant dans deux serpentins en verre.

» La solution électrolysée renfermait des poids égaux d'eau et de chlorure de calcium cristallisé.

» Pour obtenir le meilleur rendement, il est bon de remplacer toutes les heures la solution calcique et l'amalgame formé.

» Dans ces conditions, avec un courant d'une densité de $2^{amp},5$ par centimètre carré d'électrode mercurielle, on obtient facilement une grande quantité d'amalgame liquide plus riche que celui qui a été préparé par M. Maquenne.

» Cet amalgame liquide se recouvre à l'air d'une couche noirâtre; il est tellement altérable que, si l'on essaie de le filtrer dans une peau de chamois, il ne reste qu'un produit complètement oxydé et l'on sent à la main un dégagement de chaleur considérable.

» Pour concentrer l'amalgame liquide, on l'introduit dans une cornue de verre à laquelle est soudé un ballon rectificateur et l'on fait le vide par le tube latéral, qui est ensuite fermé à la lampe. En chauffant la cornue sur un bain de sable, le mercure distille ainsi à l'abri de l'air et sous une pression de 12^{mm} environ.

» 1000^{gr} d'amalgame liquide donnent 12^{gr} d'amalgame solide, répondant à la formule Ca^3Hg^4, comme le montrent les analyses.

» Le calcium a été dosé en faisant bouillir, au réfrigérant ascendant, un poids déterminé d'amalgame avec un volume connu d'acide sulfurique titré, dont la perte de titre permet de calculer la quantité de métal alcalino-terreux.

» L'amalgame de calcium solide est poreux et d'un gris blanchâtre; il s'oxyde très vite à l'air et décompose l'eau rapidement. Pour le conserver, il suffit d'étirer à la lampe le col de la cornue dans laquelle la distillation a été faite.

» Porté à une température plus élevée, dans un courant d'hydrogène, l'amalgame perd de nouveau du mercure; mais il en retient encore au

---

([1]) *Bull. de la Soc. chim. de Paris*, p. 583; 1897.

rouge. Dans ces conditions, il ne se forme sensiblement pas d'hydrure de calcium.

» Si l'on fait au contraire la calcination dans un courant d'azote, il se produit un azoture de calcium auquel, par analogie avec ceux de baryum et de strontium, M. Maquenne avait attribué la formule Az^2Ca^3. M. Moissan en a fait depuis l'étude.

» J'ai vérifié, par l'analyse de deux échantillons provenant de préparations différentes, que la composition de cet azoture répond bien à la formule Az^2Ca^3. J'ai analysé ce produit en le transformant, par addition d'acide sulfurique étendu, en sulfate de calcium et en sulfate d'ammonium. Du poids de sulfate de calcium on déduit facilement celui du calcium. Mais, pour éviter toute perte d'ammoniaque, il est nécessaire de prendre quelques précautions; car l'azoture de calcium devient incandescent quand on l'arrose de quelques gouttes d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique même très étendu.

» Voici comment j'ai opéré :

» Dans une petite cloche surmontée d'un tube en T et placée dans un verre de Bohême, arrive, par l'une des branches, de l'hydrogène pur; l'autre branche reste d'abord fermée. On introduit sous la cloche un petit tube à essai contenant un poids connu d'azoture et l'on verse dans le verre une certaine quantité d'acide sulfurique étendu. Lorsque tout l'air est expulsé par le courant d'hydrogène, on ouvre doucement la seconde branche. La liqueur acide monte dans la cloche et décompose l'azoture. Le tube en T est refermé dès que l'attaque est commencée; toute perte d'ammoniaque est ainsi rendue impossible.

» Du poids d'ammoniaque dégagé lorsque l'on chauffe, avec de la soude, dans l'appareil de Schlœsing, le sulfate d'ammonium formé précédemment, on déduit la quantité d'azote combinée au calcium.

» L'azoture de calcium se décompose rapidement à l'air humide en dégageant de l'ammoniaque; il présente un aspect grisâtre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des sulfates métalliques sur le paratungstate de potassium* [1]. Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Troost.

« Dans un travail sur les tungstates acides, von Knorre décrit plusieurs paratungstates doubles, obtenus en faisant réagir par voie humide quelques

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

sulfates métalliques sur le paratungstate de sodium. J'ai constaté que les sulfates métalliques peuvent réagir d'une façon analogue sur le paratungstate de potassium, mais l'étude des produits de la réaction est beaucoup plus difficile que dans le cas du sel de sodium, à cause de la moindre solubilité du paratungstate de potassium. Il m'a pourtant été possible d'obtenir nettement par cette méthode les paratungstates doubles suivants :

» *Paratungstate de potassium et de magnésium.* — Cette combinaison se prépare en mélangeant deux solutions renfermant des poids moléculaires égaux de paratungstate de potassium et de sulfate de magnésium. Par concentration le sel double se dépose. Il est presque complètement insoluble dans l'eau froide; mais on peut le redissoudre dans l'eau chaude, ce qui permet de le purifier par une nouvelle cristallisation. D'après deux analyses, le produit ainsi obtenu répond à la formule

$$12TuO^3, 5(\tfrac{2}{3}K^2O + \tfrac{1}{3}MgO) + 24H^2O.$$

» Ce sont des cristaux qui au microscope ont l'aspect de prismes affectant parfois la forme de tables hexagonales; ils agissent énergiquement sur la lumière polarisée et présentent des extinctions parallèles à la direction des axes. Ils perdent 17 molécules d'eau à 100°, soit 8,40 pour 100 (théorie : 8,50).

» *Paratungstate de potassium et de manganèse.* — En mélangeant deux solutions renfermant des poids moléculaires égaux de paratungstate de potassium et de sulfate de manganèse, on obtient immédiatement la formation d'un précipité blanc jaunâtre, en cristaux microscopiques complètement insolubles dans l'eau. Après un lavage prolongé à l'eau chaude, l'analyse montre que ce sel répond à la formule

$$12TuO^3, 3K^2O, 2MnO + 16H^2O.$$

» Ce sont des prismes rhomboïdaux incolores, présentant des modifications sur les arêtes, très réfringents, et agissant énergiquement sur la lumière polarisée. Ils perdent 10 molécules d'eau à 100°, soit 5,21 pour 100 (théorie : 5,15).

» Il se forme également une combinaison légèrement soluble dans l'eau lorsqu'on verse une solution de sulfate de zinc dans une solution de paratungstate de potassium; mais les cristaux de ce sel double sont toujours mélangés avec du paratungstate de potassium, qui cristallise en même temps.

» Par l'action du sulfate de cadmium sur le paratungstate de potassium, c'est un précipité amorphe et insoluble qui prend naissance. Il en est de même avec la plupart des autres sulfates métalliques; mais ces sels doubles insolubles sont souvent mélangés d'acide tungstique, surtout lorsque la solution du sulfate est acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les amines et les amides dérivés des aldéhydes.* Note de M. MARCEL DELÉPINE.

« Dans une série de Notes ([1]) que l'Académie m'a fait l'honneur d'accepter, j'ai étudié au point de vue thermochimique un certain nombre de combinaisons engendrées par la réaction des aldéhydes sur l'ammoniaque ou certaines amines. Les combinaisons des aldéhydes formique, acétique, benzoïque, anisique, pyromucique et cinnamique avec l'ammoniaque, la combinaison de l'aldéhyde acétique avec l'aniline (quinaldine et son hydrure), les bases quinoléiques et pyridiques, ont été ainsi examinées successivement: cet ensemble comprend les principaux types de composés résultant de la réaction :

$$n\,\text{aldéhyde} + m \,\begin{matrix}\text{ammoniaque}\\ \text{ou amine}\end{matrix} = \text{nouveau corps} + p\,H^2O.$$

» Je demande aujourd'hui la permission de rassembler les données obtenues, afin de faire ressortir les résultats généraux que, dès à présent, l'on en peut déduire.

» C'était un fait connu auparavant que certaines de ces combinaisons, telles que l'hexaméthylène-amine, l'aldéhydate d'ammoniaque, les hydramides aromatiques constituaient en quelque sorte des amides, c'est-à-dire des corps que les acides détruisent facilement en leurs générateurs, alors que les bases isomériques des hydramides (glyoxalidines), ainsi que les bases quinoléiques et pyridiques, constituaient des unités chimiques indédoublables. Un problème intéressant se posait : les données thermochimiques permettraient-elles de tracer une ligne de démarcation entre les deux ordres de composés?

» Voici les résultats qui répondent à cette question :

» I. La réaction des aldéhydes liquides sur $1\,AzH^3$ diss., pour donner la combinaison solide, dégage moins de $13^{Cal},7$ pour les aldéhydes benzoïque, anisique, pyromucique et acétique, de sorte qu'un acide dissous, tel que HCl, qui dégage $13^{Cal},7$ en s'unissant avec AzH^3 diss., pourra décomposer les combinaisons formées en régénérant l'aldéhyde liquide et du sel ammo-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 650, 888; t. CXXIV, p. 817; t. CXXV, p. 178, 951; t. CXXVI, p. 343, 648, 964, 1033 et 1794.

niac : cela a lieu sans exception. L'aldéhyde formique dissous décompose également ces combinaisons.

» II. La même réaction, à partir des aldéhydes aromatiques et de AzH^3 diss., pour former, non les hydramides, mais les glyoxalidines isomères (amarine, anisine, furfurine), donne une valeur $\geqq 17^{Cal}$, laquelle exclut la possibilité de la décomposition des bases engendrées. De plus, l'étude des sels de furfurine a montré que cette propriété doit subsister même en présence des acides très concentrés. Enfin, l'étude thermochimique de l'hydrocinnamide, jusque-là placé dans le groupe des hydramides, m'a permis de le ranger dans celui des glyoxalidines et d'apporter des faits nouveaux à l'appui de cette opinion.

» C'est ici le lieu de rapporter une expérience intéressante, en ce qu'elle vient confirmer les déductions thermochimiques antérieurement faites. J'ai indiqué que la réaction

$$\underbrace{C^{15}H^{12}Az^2O^3, HCl \text{ sol.}}_{\text{Chlorhydrate de furfurine.}} + HCl \text{ dans } 3H^2O = \underbrace{3C^5H^4O^2}_{\text{Furfurol.}} \text{ liq.} + 2AzH^4Cl \text{ sol.}$$

absorberait $8^{Cal},5$. Il était naturel de se demander si la réaction inverse ne serait pas possible : à cet effet, je me suis adressé non pas au furfurol, corps relativement instable, mais à l'aldéhyde benzoïque. Conformément aux prévisions théoriques, cet aldéhyde, chauffé vers 180°-185°, avec du chlorhydrate d'ammoniaque finement pulvérisé, donne naissance à du gaz chlorhydrique, à de la vapeur d'eau et à du chlorhydrate d'amarine. C'est une confirmation extrêmement remarquable des données thermiques, conduisant à cette intéressante expérience du déplacement d'un acide fort par un aldéhyde.

» III. Pour les bases quinoléiques et pyridiques, il suffira de rappeler que l'élimination de l'eau entre la fonction aldéhyde et la fonction azotée dégage 15^{Cal}, 30^{Cal}, 40^{Cal}. En général, la nouvelle base possède une basicité voisine de celle de l'amine génératrice, de sorte que ces dégagements de chaleur subsistent à peine modifiés, que la réaction ait lieu en milieu neutre ou acide, avec formation de sels solides ou dissous. Il en résulte qu'on ne saurait détruire ces corps par hydratation et c'est certainement là qu'il faut reconnaître la cause de leur stabilité.

» IV. L'hexaméthylène-amine mérite un examen spécial. On a

$$6CH^2O \text{ diss. (ou sol.)} + 4AzH^3 \text{ diss.} = C^6H^{12}Az^4 \text{ diss.} + 6H^2O \text{ liq.} + 4 \times 16^{Cal},6.$$

Cette substance, traitée par un acide dissous, pour régénérer l'aldéhyde

dissous, tient ainsi le milieu entre un hydramide et une glyoxalidine. En fait, comme ces dernières elle donne des sels, et comme les premiers elle est détruite par les acides, si l'on en augmente la dose ou la concentration; mais tandis que les hydramides sont décomposés sans équilibre, l'hexaméthylène-amine donne lieu à des réactions limitées, car l'aldéhyde formique décompose les sels ammoniacaux, fait que j'avais déjà signalé (*Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 163) et sur lequel MM. Cambier et Brochet (même *Bull.*, t. XIII, p. 392) ont aussi appelé l'attention.

» Je me suis proposé d'isoler la base qui prend ainsi naissance et, dans ce but, j'ai opposé, à une solution de CH^2O à 30 pour 100, des sels ammoniacaux accompagnés d'une substance capable de s'unir à cette base pour former des combinaisons peu solubles. Les systèmes dissous suivants :

1° $6CH^2O + 4AzH^4Cl + I^n$ dans KI;

2° $6CH^2O + (4AzH^4I + I^4 = 1^{lit})$;

3° 6 à $16CH^2O + (4AzH^4I + HgI^2 = 1^{lit})$;

4° $6CH^2O + (4AzH^4Cl + HgCl^2 = 1^{lit})$

ont ainsi donné naissance aux composés :

1° et 2° $C^6H^{12}Az^4.CH^2O$, HI, $I^{3 \text{ ou } 4}$ (suivant la dose de I présent);

3° $5(C^6H^{12}Az^4.CH^2O)$, 6HI, $4HgI^2$ (crist. fus. à 154°);

4° $2(C^6H^{12}Az^4.CH^2O)$, 2HCl, $3HgCl^2$ (crist. lamellaires fus. à 145°).

» Dans tous les cas, il s'est déposé des cristaux homogènes, dont la masse augmentait pendant deux jours environ. En particulier, les expériences 3° (où j'ai varié la concentration des éléments réagissants et aussi fait intervenir des doses variables d'acide iodhydrique) m'ont permis d'établir qu'il y a équilibre avec antagonisme entre l'acide et l'aldéhyde. Le point remarquable est que, dans chaque cas, le rapport $\frac{C}{Az} = \frac{7}{4}$, ce qui revient à dire que l'hexaméthylène-amine formée entraîne avec elle une molécule de l'aldéhyde en excès. Inversement, si, à un système $C^6H^{12}Az^4 + 4HCl$, on ajoute $I^n + KI$, on obtient la même dose de sel ioduré $C^6H^{12}Az^4.CH^2O, HI, I^n$ la, concentration étant la même qu'en 1°; l'état final est le même que l'on parte de $6CH^2O + 4AzH^4Cl$ ou de $C^6H^{12}Az^4 + 4HCl$.

» *A priori*, l'aldéhyde formique devrait déplacer complètement HCl dans AzH^4Cl, puique $16^{Cal},6$ est plus grand que $13^{Cal},7$; mais il est probable qu'il faut ici mettre en ligne de compte la facile dissociation de l'hexaméthylène-amine en $6CH^2O + 4AzH^3$, laquelle est très manifeste à 100°.

» Cet ensemble de recherches thermochimiques fait apparaître les ca-

ractères spéciaux des combinaisons étudiées et nous montre le secours précieux qu'apportent les données calorimétriques pour l'interprétation de leurs réactions. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les changements de composition qu'éprouvent les graines oléagineuses au cours de la germination.* Note de M. **L. Maquenne.**

« La destruction des corps gras et l'apparition simultanée des sucres, sur lesquelles M. Bouchard vient d'appeler de nouveau l'attention dans son remarquable travail sur les variations de poids des animaux que l'on alimente avec de la graisse, s'observent, comme on le sait, pendant la germination des graines oléagineuses et, par conséquent, paraissent être un phénomène d'ordre général en Physiologie.

» Malgré son importance, ce double phénomène n'a encore reçu aucune interprétation démonstrative, au point de vue chimique, et, ainsi que l'a fait justement remarquer M. Berthelot (¹), toutes les formules, en nombre illimité, que l'on peut écrire à ce sujet, ne sont que des relations empiriques, incapables de résoudre le problème expérimental de Chimie pure qu'elles soulèvent.

» La première question qui se pose à l'esprit est de savoir si la glycérine fournie par le dédoublement des graisses est susceptible, à elle seule, de donner naissance aux hydrates de carbone qui apparaissent : on sait, en effet, ainsi que M. Berthelot l'a reconnu dès 1857, que cette substance peut se changer en sucre dans certaines conditions.

» On peut se demander ensuite si le carbone des acides gras entre en jeu en même temps que celui de la glycérine et, au cas de l'affirmative, s'il n'y aurait pas lieu d'établir alors une distinction entre les acides saturés de la série acétique et les acides incomplets de la série acrylique, qui sont inégalement stables.

» C'est en vue d'élucider cette intéressante question que j'ai entrepris, cet été, une série de recherches sur la germination de deux graines oléagineuses de nature chimique très différente : l'arachide, qui est riche en acide *arachidique* saturé $C^{20}H^{40}O^2$, et le ricin, qui renferme surtout de l'acide *ricinoléique* $C^{18}H^{34}O^3$, acide-alcool incomplet dont la constitution est au-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 491.

jourd'hui bien connue, grâce aux travaux de Krafft ([1]) et de Goldsobel ([2]).

» Les graines étaient mises à germer dans des pots en porcelaine remplis de sable humide, à l'intérieur d'une étuve obscure que l'on maintenait à 20°-25°. Les jeunes plants étaient ensuite séparés avec soin du sable, séchés à 110° et analysés.

» Le Tableau suivant renferme tous nos résultats, calculés par rapport à 100 parties de graines normales, supposées sèches.

» Les matières saccharifiables sont évaluées en saccharose; on les a dosées par la liqueur de Fehling, après hydrolyse avec un excès d'acide sulfurique au vingtième, et l'on s'est assuré, par un essai à la phénylhydrazine, que le sucre qu'elles fournissent est principalement formé de glucose, associé peut-être à du lévulose.

» Nous désignons sous le nom de *cellulose* le produit qui reste, après épuisement à l'éther de pétrole, à l'acide sulfurique étendu et à la potasse au dixième; c'est un mélange de cellulose proprement dite et de divers corps insolubles, plus riches en carbone et moins riches en hydrogène que celle-ci, peut-être même encore azotés.

Durée de la germination.	Huile.	Matières saccharifiables.	Cellulose et principes insolubles.	Matières azotées calculées en albuminoïdes.	Cendres ([3]).	Matière inconnue.	Total.
			1° *Arachide.*				
Origine	51,39	11,55	2,51	24,83	2,78	6,94	100,00
6 jours	49,81	8,35	3,46	23,40	2,80	8,70	96,52
10 »	36,19	11,09	5,01	23,96	3,01	15,48	94,74
12 »	29,00	12,52	5,22	25,20	3,27	19,38	94,59
18 »	20,45	12,34	7,29	24,31	4,09	21,44	89,92
28 »	12,16	9,46	9,48	24,87	4,70	22,26	82,93
			2° *Ricin.*				
Origine	51,40	3,46	16,74	18,36	2,65	7,39	100,00
6 jours	33,71	11,35	15,48	18,71	3,01	16,04	98,30
10 »	5,74	24,14	11,98	18,32	4,08	29,20	93,46
12 »	6,48	19,51	15,11	16,69	3,21	30,24	91,24
18 »	3,08	8,35	17,68	17,50	3,83	21,92	72,36

([1]) *Ber. der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXI, p. 2730.

([2]) *Ibid.*, t. XXVII, p. 3121.

([3]) L'accroissement du poids des cendres tient à ce que les plantes étaient arrosées avec de l'eau ordinaire.

» Dans le calcul des matières azotées, on n'a pas tenu compte de leur transformation en asparagine et autres corps amidés; les chiffres qui se rapportent à ces substances signifient seulement que la dose d'azote contenue dans les graines est restée à peu près invariable.

» Comparons maintenant la perte en huile des graines au gain en hydrates de carbone des jeunes plants : l'accroissement de ces derniers principes, y compris la cellulose, les produits congénères et autres matières insolubles, s'élève à $\frac{5,6}{100}$ dans le cas de l'arachide et à $\frac{16}{100}$, au moment du maximum, dans le cas du ricin.

» La transformation est, d'ailleurs, beaucoup plus rapide chez ce dernier que chez l'arachide.

» D'autre part, la somme d'hydrates de carbone que la glycérine dérivée des huiles d'arachide ou de ricin serait capable de fournir, pour 100 parties de graines sèches, est égale à $\frac{5}{100}$ environ, nombre qui est de l'ordre de grandeur de l'accroissement observé pendant la germination de l'arachide, mais très inférieur à celui qui se rapporte au ricin.

» Il est probable que, dans ce dernier cas, les produits complexes que nous avons appelés *cellulose* se soient aussi transformés, car nous les voyons décroître d'abord, pour remonter ensuite d'une façon régulière.

» Il semble donc que l'acide arachidique ne contribue que d'une manière insensible à la formation des sucres, tandis que l'acide ricinoléique interviendrait dans cette réaction pour une part importante de son poids, en admettant que l'accroissement de poids observé porte uniquement sur des hydrates de carbone : ceci dit sous réserves de la production possible d'hydrates de carbone aux dépens des matières azotées que renfermait la graine.

» Si nous adoptons la première manière de voir, il paraît naturel d'admettre que les différences signalées plus haut entre l'arachide et le ricin tiennent surtout à la différence de composition chimique de leur graine, et nous sommes ainsi amenés à l'hypothèse suivante, qui s'accorde avec les faits et nous semble en rendre compte d'une manière assez naturelle :

» 1° Les acides gras saturés sont moins aptes que les acides oléiques à se transformer en sucres : ils servent surtout d'aliment respiratoire;

» 2° Chez ces derniers, et spécialement chez l'acide ricinoléique

$$CO^2H - (CH^2)^7 - CH = CH - CH^2 - CHOH - (CH^2)^5 - CH^3,$$

la production des hydrates de carbone semble tenir à la présence, dans leur molécule, d'un groupement allylique qui, rendu libre par la combustion

progressive des deux extrémités de la chaîne, se transformerait d'abord en glycérine, puis en polymères plus ou moins condensés.

» Il est facile de traduire ces considérations en une formule; on voit alors qu'une molécule de trioléine pure peut fournir 40 pour 100 de glucose, avec accroissement de poids de $\frac{22}{100}$ au minimum. Mais il est inutile d'insister sur de pareilles déductions qui ne sont encore qu'imparfaitement établies : nous ne retiendrons de ce qui précède que la différence constatée expérimentalement entre les acides gras des graines d'arachide et de ricin, sous réserve de l'intervention possible des matières protéiques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à la biologie des levures de vin* (1). Note de M. **J.-A. Cordier**, présentée par M. Guignard.

« Le phénomène biologique de l'apparition des *Saccharomyces* sur les fruits en général, au moment de la maturité, et en particulier sur le raisin, est encore entouré d'obscurité. En Italie, Berlese a déjà mis en évidence le rôle des insectes dans le transport des formes levure sur les végétaux, et principalement sur les fruits. Mais si le climat italien permet une grande activité de toutes sortes d'insectes, au moment de la maturité toujours précoce des raisins, comment expliquer la montée de la levure sur le fruit pendant les vendanges de notre Champagne, placée à la limite extrême de la végétation de la vigne en plein champ, et où, cette année entre autres, la maturité n'est arrivée que du 12 au 18 octobre, par un temps relativement froid, alors que malgré la plus scrupuleuse attention, on ne pouvait voir voler aucun insecte autour des ceps.

» Cette Communication a pour but de montrer que si les insectes peuvent être, dans certains cas, un facteur de dissémination des *Saccharomyces*, le principal rôle appartient à l'air.

» J'ai disposé depuis le mois de juin, à Reims, au milieu des vignes du clos Pommery (2), qui se trouve à proximité de mon laboratoire, un petit abri contre la pluie, en forme de hangar, élevé de 50^{cm} au-dessus du sol, et où l'air circule tout à l'aise. Il

(1) Travail du laboratoire de Microbiologie de Reims.

(2) Je rappelle que c'est en cet endroit que M. Pasteur pratiqua pour la première fois la destruction des espèces animales nuisibles par les virus (destruction des lapins par le choléra des poules).

n'existe dans le voisinage d'autre grand végétal que les vignes elles-mêmes parfaitement entretenues, et *pas un arbre à fruits;* aucun accident météorologique extraordinaire n'est venu troubler mes expériences. Chaque semaine, deux larges plaques de Pétri, garnies de gélose au moût de raisin frais, milieu sur lequel les moisissures et les formes levure peuvent seules se développer, sont laissées vingt-quatre ou quarante-huit heures exposées au vent, recouvertes, puis mises en culture. Jusqu'au 12 octobre, je n'ai réussi qu'à recueillir des moisissures, parmi lesquelles, en grande majorité, des colonies de *Penicillium glaucum*, espèce dominante des caves à champagne. Quelquefois, j'ai trouvé de petits insectes, attirés et retenus par la matière sucrée; mais jamais de formes levure, pas même de *Dematium pullulans*, cependant en toute saison répandu à profusion sur tous les végétaux ambiants. Il suffit, en effet, de promener une feuille de vigne sur le milieu de culture ci-dessus, pour obtenir de nombreuses colonies caractéristiques de ce *Dematium*.

» Le 12 octobre, j'obtins des plaques chargées de *Saccharomyces*. On y voyait toujours les Pénicilles en majorité; mais il y avait aussi de nombreuses colonies de *Dematium*, reconnaissables à leur entourage finement filamenteux, et *une dizaine au moins de colonies de véritables levures ferments*.

» A mon avis, ces plaques montrent : 1° que l'air est le principal facteur du transport des levures sur le raisin; le rôle joué par les insectes pouvant être plus considérable pour les fruits mûrissant au milieu de la saison chaude; 2° qu'à l'époque des vendanges, la fragmentation du thalle du *Dematium pullulans* de la Vigne est intense, puisque cette forme se trouve jusqu'alors à l'état filamenteux, et en grande abondance sur toutes les parties des ceps, sans pouvoir être transportée sur les plaques; il est remarquable que les *Dematium* et les *Saccharomyces* sont véhiculés simultanément et séparément. L'expérience reste étrangère au fait controversé de la transformation du *Dematium* en levure ferment, sous l'influence de la maturité du fruit; mais cependant ce dernier nous apparaît comme n'étant sans doute pas un simple substratum vis-à-vis des formes levure.

» Un travail d'ensemble sur le sujet a amené les autres résultats suivants :

» 1° Les véritables *Saccharomyces* sont en très grande minorité sur les fruits par rapport aux formes levure ne jouissant pas ou peu du pouvoir ferment du sucre [1]; il est certain que plus la maturité avance, plus on trouve de vrais *Saccharomyces;* le raisin n'en porte en général aucun quand il semble cependant déjà bien mûr.

---

[1] On peut compter cette année, très approximativement et en moyenne, 6 à 8 grains de raisin pour une cellule de levure vraie, au commencement de la vendange en Champagne.

» 2° Si l'on considère un cru bien déterminé, on rencontre sur les prunes, les cerises mûres, etc. du voisinage, des levures en tout semblables à celles que l'on peut isoler plus tard à la vendange; mais les vrais *Saccharomyces* y sont encore bien moins fréquents.

» 3° La terre du vignoble, les sources qui en dérivent, contiennent en toute saison des formes levure qu'il est facile de mettre en évidence par mon procédé de séparation, sur gélose au moût.

» 4° Le *Dematium pullulans* prédomine sur la fleur de la Vigne et dégage à ce moment, sur les milieux de culture, l'odeur vanillée caractéristique de la floraison du vignoble.

» J'ai observé sur cette espèce en culture âgée, caractérisée alors par une teinte noire intense, et dans des conditions particulières, *la formation de véritables périthèces* par enchevêtrement des filaments.

» 5° Le glucose paraît jouer le principal rôle dans la fragmentation du thalle de ces *Dematium* si voisins des levures proprement dites; bien que cette espèce ne possède pas le pouvoir ferment, ce n'est que sur les moûts sucrés qu'elle donne les bouquets en collerette observés par Jörgensen.

» 6° Si les *Saccharomyces* passent sans altération au travers du tube digestif des Insectes, il en est de même pour les Mammifères; c'est ainsi que l'on peut, à coup sûr, cultiver par mon procédé le contenu intestinal du Lérot commun (*Myoxus nitella*); bien connu par sa fâcheuse habitude de se nourrir des parties superficielles des fruits, et par conséquent les plus mûres, là où siègent précisément les *Saccharomyces*, et isoler les principales levures du cru où a vécu l'animal. Cette particularité m'a permis cette année, de retrouver une levure caractéristique, isolée en 1896 sur des raisins du cru de Sillery, et que je n'avais pu rencontrer depuis. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les caractères spécifiques du Champignon du Muguet* (Endomyces albicans). Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Bouchard.

« Les caractères spécifiques des Champignons observés dans les plaques de Muguet ne sont pas encore fixés. Cette lacune dans nos connaissances de Botanique médicale s'est fait sentir depuis que l'on a rencontré, dans du Muguet cliniquement caractérisé, des Champignons ne répondant pas au type habituel et inversement, dans des affections différentes, des parasites semblables à ceux du Muguet classique.

» Il n'est pas possible de fonder une diagnose sur la forme globulaire ou filamenteuse du thalle. Le noyau, que les réactifs appropriés mettent en évidence dans chaque cellule, rappelle celui des levures et de bien des Champignons. Dans les formes globulaires moyennes et dans les jeunes filaments, c'est une boule d'environ $0^{\mu},5$ contenant souvent deux points chromatiques ; ses dimensions augmentent dans les gros globules et atteignent un diamètre deux et trois fois plus considérable dans certains filaments. Cet élément, qui n'a rien de commun avec ce qui avait été décrit sous le nom de *noyau*, n'offre pas un caractère spécifique plus sûr que l'aspect extérieur.

» On a décrit comme organes reproducteurs des spores exogènes et des spores endogènes. Grawitz a fait connaître des kystes exogènes ou chronispores (Dauersporen). Je puis confirmer de tous points les détails qu'il fournit sur leur structure, leur origine, leur germination. Des auteurs plus récents ont insisté davantage sur le parti que la taxinomie peut tirer de ces organes; mais leurs observations sont moins complètes et leurs interprétations moins exactes que celles de Grawitz.

» Les formations endogènes sont mal connues. Les descriptions de Quinquaud, Burckhardt, Baginsky, de Stœcklin, ne se rapportent pas à des organes définis; l'assimilation des granulations mobiles à de jeunes spores, proposée par H. Grasset, est sans fondement; Linossier et G. Roux font une confusion, quand ils croient trouver des formations endogènes dans les chronispores de Grawitz. Nous avons observé deux sortes de formations endogènes : des globules internes et des asques. Les globules internes, simples modifications de l'appareil végétatif sous ses diverses formes, ne nous arrêteront pas.

» Les véritables organes reproducteurs du Champignon du Muguet sont des asques. On les trouve parfois dans la bouche ou dans les bouillons, plus souvent sur les supports solides, tels que la Carotte et surtout la Betterave. Les asques sphériques ou elliptiques, mesurant 4μ à 5μ, contiennent quatre spores, ou très exceptionnellement deux ou trois, par suite d'un arrêt de développement.

» Les ascospores ont la forme d'une ellipse aplatie sur une face, en sorte qu'elles ont trois axes inégaux : le grand axe ou longueur mesure $2^{\mu},8$ à $3^{\mu},5$; le moyen axe ou largeur $1^{\mu},75$ à 2μ; le petit axe ou épaisseur $1^{\mu},2$ à $1^{\mu},4$. Ces dimensions offrent autant de fixité que chez les autres Ascomycètes. La membrane est épaisse d'environ $0^{\mu},25$; cette épaisseur, relativement considérable, oppose immédiatement les ascospores aux

bourgeons, car la membrane est à peine distincte dans les bourgeons aussi petits; d'autre part, elle entrave la pénétration des réactifs colorants; je n'ai pas pu colorer leur noyau, bien que, avec ou sans réactif, les spores jeunes montrent un point central sombre; il est, en tout cas, bien moins facile à colorer que celui des éléments végétatifs, y compris les globules internes.

» Nées par bipartition répétée, les ascospores chevauchent les unes sur les autres à la maturité, de manière à occuper le moindre espace possible. Un épiplasme, non consommé par leur formation, les agglutine entre elles et les maintient unies un certain temps après leur libération.

» Les asques se montrent souvent isolés ou soudés deux à deux. Leur membrane disparaît de bonne heure, soit en se rétractant sur les spores, soit en se déchirant sur un point par lequel les spores font hernie avec leur sac épiplasmique plus ou moins desséché.

» Ils naissent, soit aux dépens des formes globulaires, soit sur les filaments; plus souvent ils procèdent de kystes qui n'ont pas complètement affermi leur enveloppe extérieure.

» Dans le cas le plus simple, tout le contenu du kyste est employé à la formation d'un asque qui est expulsé, comme un sporange de *Protomyces*, par gélification de la couche interne de la membrane du kyste. Plus souvent la chronispore germe avant que les ascospores soient formées ou même ébauchées. Le gonflement de la zone interne fait éclater la couche superficielle de la membrane; la couche gélifiée forme deux ou trois strates emboîtées en lunette d'approche; la partie libre s'arrondit et se transforme en asque; ou bien elle donne des bourgeons dont l'origine sera attestée, après leur déhiscence, par une collerette provenant de la membrane gélifiée du kyste. De ces bourgeons, les uns deviennent un asque, soit avant, soit après leur isolement, d'autres évoluent comme le kyste dont ils sont issus, d'autres enfin reprennent directement les caractères de l'appareil végétatif. Le protoplasme resté dans le kyste primitif se différencie parfois en asque derrière les bourgeons; de là proviennent sans doute les asques unis par paire dans le milieu de culture.

» La découverte des asques fait entrer dans une nouvelle phase la question des affinités du Champignon du Muguet. Nous rejetterons d'emblée tous les noms génériques, *Oïdium, Sporotrichum, Stemphylium, Mycoderma, Monilia*, qui, se rapportant à des formes imparfaites, indiquent un classement provisoire. L'affinité avec les *Empusa*, soutenue par Heim, était infirmée d'avance par les caractères positifs que ce genre tire de ses organes

reproducteurs comme des noyaux volumineux de son thalle. Nous ne pouvons pas, comme Reess, en faire un *Saccharomyces*, car les levures essentielles ne présentent ni des ramifications compliquées, ni des kystes, ni des asques ayant des spores de forme et de nombre strictement définis.

» Par les caractères fixes des asques et des ascospores, le Champignon du Muguet prend place dans les *Ascomycètes* vrais; par l'absence d'appareil ascigène différencié, il se rattache au groupe inférieur des *Ascomycètes acarpés*. Il offre des affinités avec les *Oleina*, mais surtout avec les *Endomyces*, notamment l'*E. decipiens* qui a des kystes semblables, des asques naissant isolément sur les filaments et formant quatre ascospores par double bipartition. Les différences dans la taille et la forme des ascospores sont d'ordre spécifique, non générique.

» Par certains détails sur lesquels je ne puis m'étendre ici, le Champignon du Muguet resserre l'espace qui sépare les *Ascoidea* des *Endomyces*, par conséquent les *Hemiasci* des Ascomycètes. D'ailleurs, le nombre défini des spores ne laissant aucun doute sur ses rapports avec ces derniers, nous le nommerons *Endomyces albicans*.

» On pourrait objecter qu'un genre spécial a été créé, pour le Champignon du Muguet, par Quinquaud, en 1868, avant que de Bary, en 1884, ait défini le genre *Endomyces*; mais le genre *Syringospora*, de Quinquaud, ne peut se prévaloir du droit de priorité, puisqu'il n'était fondé sur aucun caractère ayant une réelle valeur générique ou même spécifique.

» La présence des ascospores fournit l'élément essentiel de la diagnose spécifique de l'*Endomyces albicans*, l'élément fixe qu'il faudra rechercher dans les cas douteux, celui qui permettra de se prononcer sur l'unité ou la pluralité des parasites confondus sous le nom impropre d'*Oïdium albicans*. Je crois pouvoir dire que l'*Endomyces albicans* est l'espèce habituelle; mais je puis, dès à présent, signaler, en dehors de la levure d'Achalme et Troisier, que je n'ai pas vue, l'existence exclusive, dans un Muguet cliniquement caractérisé, d'un Champignon appartenant à une espèce, probablement à un genre différent. J'en ferai connaître ultérieurement la diagnose. »

ZOOLOGIE. — *Sur la place des* Phoronidiens *dans la classification des animaux et sur leurs relations avec les Vertébrés*. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« J'étudie depuis plusieurs années le développement des *Phoronis Sabatieri* de l'étang de Thau; j'ai publié à diverses reprises, dans les *Comptes*

rendus, quelques-uns des résultats obtenus. J'ai suivi l'évolution du *Phoronis Sabatieri* de l'étang de Thau depuis l'œuf fécondé jusqu'à l'individu parfait. J'ai trouvé notamment, en ces derniers temps, grâce aux ressources offertes par la station zoologique de Cette, un curieux état de pupe, consécutif à la métamorphose des larves actinotroques. Des phénomènes d'histolyse et d'histogénèse s'y manifestent, qui entraînent la destruction de certains organes et le remaniement de plusieurs autres.

» M. Masterman a publié depuis peu (*Quart. J. of Mic. Sc.*, 1897) une étude sur la structure des larves actinotroques prises dans la baie de Saint-Andrews. Il signale chez elles une structure compliquée, surtout en ce qui concerne le système nerveux et l'appareil irrigateur. Il trouve, annexés à l'extrémité antérieure de leur intestin, deux diverticules dont les cellules subissent une dégénérescence vacuolaire, et ressemblent ainsi à celles de la notocorde des Vertébrés et des Tuniciers. Il s'appuie sur ce fait pour considérer ces expansions comme formant une notocorde rudimentaire et double. Grâce à cette disposition de leurs larves, il rapproche les Phoronidiens des Cordés, c'est-à-dire des Vertébrés. Il fait avec eux, en leur joignant les Bryozoaires ptérobranches, une classe des *Diplocordés;* et cette classe, réunie à celle des Entéropneustes, constitue le groupe des *Archicordés,* placé à la base de la série qui conduit aux Vertébrés. Dans cette pensée, les Entéropneustes étant pris comme moyen terme, les organismes de ces animaux se correspondent quant à la structure essentielle, et les appareils homologues sont placés de même.

» J'abandonne la comparaison des Actinotroques avec les Entéropneustes, me réservant d'y revenir plus tard. Je me borne à leur comparaison directe avec les Vertébrés ; il est possible de se prononcer, car, en l'espèce, les Entéropneustes constituent un groupe quelque peu aberrant. Sur ce sujet, je ne puis accepter les opinions de M. Masterman. J'admets aussi la présence, dans l'organisme des larves actinotroques, d'une disposition qui rappelle d'une façon rudimentaire celle des Vertébrés; mais je m'éloigne complètement de lui pour la manière de comprendre une telle assimilation.

» L'Actinotroque du *Phoronis Sabatieri* possède un diverticule intestinal; mais elle n'en a qu'un, et non pas deux. Cet organe consiste en une expansion assez vaste, émise par l'extrémité antérieure de l'intestin, et ventrale, placée sous l'œsophage, non point latérale ni dorsale. Les cellules subissent une dégénérescence vacuolaire; ses parois, tout en étant mobiles, offrent pourtant une certaine rigidité. D'après ses qualités d'origine et de structure, il est permis de le prendre pour une notocorde rudimentaire et creuse, localisée dans la région antérieure du corps ; mais cette notocorde est simple, impaire et ventrale. Comparée à sa similaire des Vertébrés, elle est simple

et impaire comme elle; seulement elle se trouve beaucoup plus courte, et située sur la face ventrale de l'économie, sous l'intestin, du même côté que la bouche.

» Le système nerveux des Actinotroques ressemble à celui des larves trochophores. Il comprend deux centres principaux : une plaque céphalique antérieure et une plaque médullaire ventrale. La première se place au sommet du lobe préoral, ou non loin de lui. La seconde, peu développée et à peine incurvée en gouttière, s'étend, sur la ligne médiane de la face ventrale du corps, de la bouche à l'orifice par où s'évaginera le corps de l'adulte. En conséquence, la partie antérieure, et la mieux marquée, de la plaque médullaire, se trouve en rapport avec le diverticule notocordal. La plaque céphalique donne, chez les Trochophores des Annélides et des groupes satellites, le cerveau de l'adulte; la plaque médullaire fournit la chaîne nerveuse ventrale. L'Actinotroque n'agit pas de même. Son lobe préoral se détruit par histolyse. au moment de la métamorphose larvaire, avec tout ce qu'il contient; sa plaque médullaire se détruit. Le *Phoronis* adulte se borne à posséder un petit cerveau, de formation nouvelle. Je n'ai jamais rencontré, sur les Actinotroques du *Phoronis Sabatieri,* à aucune phase de leur développement, une organisation du système nerveux aussi complexe que celle décrite par M. Masterman. Je n'ai jamais vu, notamment, ce ganglion dorsal muni d'un neuropore, que l'auteur anglais emploie comme s'accordant avec son opinion.

» L'Actinotroque appartient par tous les côtés, par son développement comme par sa structure, au type des larves trochophores. Pendant qu'elle grandit, elle produit aux dépens de sa face ventrale, et enfonce dans son corps, une volumineuse expansion en cul-de-sac, pour l'évaginer au moment de sa métamorphose. Cette expansion donne, à elle seule, presque tout le corps de l'adulte. Au cours de ces transformations, le lobe préoral, le rectum, l'extrémité postérieure, se détruisent par histolyse. Aussi l'animal parfait diffère-t-il beaucoup de sa larve. Cette opposition contribue à rendre difficile la recherche des affinités zoologiques des Phoronidiens.

» Ces êtres doivent être séparés des Siponculiens et des Echiuriens, près desquels on les range sous le nom de *Géphyriens tubicoles*. Leur place est à côté des Bryozoaires. Leurs liaisons les plus directes sont avec ces derniers. L'organisation des adultes dénote déjà une grande ressemblance; plusieurs des principaux phénomènes embryonnaires la complètent. Au premier rang se trouvent la production du corps définitif par l'évagination de l'expansion façonnée sur la face ventrale de la larve, et l'histolyse de plusieurs des organes. Les Phoronidiens composent une classe voisine de celle des Bryozoaires, et ce sont les Ptérobranches qui les unissent ensemble. Mais, en surplus, la structure si curieuse de leur larve autorise à admettre pour eux une parenté avec les Vertébrés.

» La recherche des affinités prend ici plus d'ampleur. L'Actinotroque est une Trochophore, comparable à celle des Annélides. En ramenant les

faits à leurs traits principaux, elle dénote que les larves de certains animaux liés aux Vers annelés possèdent un début de la conformation essentielle des Vertébrés. Leur intestin produit un rudiment de notocorde, placé non loin de l'ébauche de la moelle nerveuse. Mais les rapports des parties sont inverses. La notocorde de ces Trochophores se raccorde à la moelle ventrale, et occupe également une situation ventrale; celle des Vertébrés est dorsale, comme la moelle dont elle dépend. L'ancienne conception trouve ainsi sa démonstration, prise dans les phénomènes du développement : le *Vertébré est un Annélide retourné*. Par surcroît, l'extrémité antérieure de l'un équivaut à la postérieure de l'autre; le vestibule qui conduit à la bouche des Trochophores du type Actinotroque, et se limite par le lobe préoral, occupe la situation du canal neurentérique des embryons des Vertébrés.

» Ces relations sont exactes et dénotées par les faits. Il importe, cependant, de ne point oublier qu'elles sont fort lointaines; elles s'atténuent ensuite jusqu'à disparaître, par l'effet des remaniements ou des édifications normales. Les adultes n'en montrent aucun vestige; tout diffère d'un Phoronis à un Tunicier, ou à un Amphioxus. En tous cas, leur signification est précise. Les Phoronidiens constituent une classe voisine de celle des Bryozoaires, et, par là, des plus simples parmi les êtres qui possèdent, dans leur évolution embryonnaire, des larves du type Trochophore. D'autre part, les Vertébrés, avec les autres Cordés, s'unissent à eux, quoique d'une façon plus éloignée. Leurs embryons, avec leur moelle dorsale soutenue par une notocorde également dorsale, n'ont point une structure isolée dans le monde animal; ils se rattachent aux Trochophores des Phoronidiens, en conservant les dispositions acquises par elles à titre temporaire, les amplifiant, et retournant l'organisme sur lui-même, pour rendre dorsal ce qui était ventral, postérieur ce qui était antérieur. Grâce à l'Actinotroque des Phoronidiens, la Trochophore apparaît comme une base, d'où se dégagent, suivant deux voies divergentes, d'un côté la série des Vertébrés accompagnée de ses groupes satellites, de l'autre celle des Vers annelés, des Mollusques, et de leurs classes intermédiaires. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil respiratoire des larves des Hyménoptères entomophages*. Note de M. **L.-G. Seurat**, présentée par M. Milne-Edwards.

« L'appareil respiratoire des larves des Hyménoptères entomophages a été peu étudié. Nous l'avons examiné dans les larves des Braconides, des

Chalcidides et des Ichneumonides, et nous avons constaté les faits suivants :

» Dans ces trois familles, l'appareil respiratoire des larves est formé essentiellement de deux gros troncs trachéens longitudinaux, réunis en avant, au niveau du prothorax, dorsalement par rapport au tube digestif; les deux troncs latéraux se réunissent également en arrière, sauf dans quelques espèces; dans les Braconides (*Doryctes gallicus*, Rh.; *Aphidius fabarum*, Marsh.), les deux troncs se réunissent dans le treizième segment du corps (la larve étant formée de quatorze segments, en comptant la tête); dans les Ichneumonides (*Anilasta evinina*, Grav.; *Mesochorus vittator*, Zetterst.; *Hemiteles lævigatus*, Ratz; *Augitia armillata*, Grav.), les deux troncs trachéens se réunissent à la partie postérieure du quatorzième segment du corps; dans les Chalcidides (*Torymus propinquus*, Fœrster), la réunion a lieu dans le douzième segment du corps. Ces deux troncs latéraux donnent naissance à dix paires de troncs stigmatiques; les Microgastérides (*Apanteles glomeratus*, L.), parmi les Braconides, n'ont que neuf paires de troncs stigmatiques. Ces troncs stigmatiques sont fermés en cul-de-sac à leur extrémité dans les larves qui vivent à l'intérieur d'un hôte, pendant toute la durée de la vie interne; dans les larves adultes, sorties de l'hôte, ou dans les larves toujours externes (*Doryctes gallicus*, Rh.; *Xylonomus præcatorius*, Fab.; *Xorides nitens*, Grav.; *Torymus propinquus*, Fœrster), un certain nombre de stigmates sont ouverts : dans les *Braconides* (y compris les *Microgastérides*) et les *Ichneumonides*, toutes les branches stigmatiques, sauf la deuxième paire, sont ouvertes par des stigmates situés sur le bord postérieur du prothorax, à la limite avec le mésothorax, les autres sur les huit premiers segments abdominaux (les sept premiers dans les Microgastérides); la deuxième paire de troncs stigmatiques ne s'ouvrira qu'au moment de la nymphose. Dans les *Chalcidides*, les neuf premières branches stigmatiques sont ouvertes par des stigmates situés sur neuf segments consécutifs, la dixième paire restant fermée, et ne s'ouvrant qu'au moment de la nymphose (*Torymus propinquus*, Fœrst.).

» Chaque tronc latéral donne naissance à onze troncs latéro-dorsaux et onze troncs latéro-ventraux ; les troncs latéro-dorsaux se dirigent vers la face dorsale du corps, en suivant le bord antérieur des segments correspondants (segments trois à treize); ils se ramifient à la face dorsale du corps, au-dessus du cœur, sans s'anastomoser avec ceux issus du côté opposé du corps; ces troncs latéro-dorsaux émettent également des branches qui se ramifient dans l'intérieur du corps. Les troncs latéro-ventraux se divisent rapidement en une branche interne et une branche superficielle, qui se dirige vers la face ventrale du corps; dans les larves qui vivent à l'intérieur d'un hôte, les troncs trachéens latéro-dorsaux et latéro-ventraux donnent naissance à un très grand nombre de branches sous-cutanées, qui permettent de penser, avec raison, que la respiration de ces larves se fait par la peau, l'oxygène étant emprunté aux tissus de l'hôte qui environnent le parasite; il suffit d'examiner une jeune larve d'*Aphidius fabarum*, M. ou d'*Apanteles* pour être convaincu immédiatement de ce fait.

» Dans les larves externes des *Braconides* et des *Ichneumonides*, les troncs latéro-ventraux superficiels situés dans les huit premiers segments abdominaux (segments cinq à douze du corps) se réunissent aux troncs correspondants issus du côté opposé

du corps, formant huit troncs commissuraux latéro-ventraux. Dans les *Ichneumonides*, les trois premiers troncs latéro-ventraux (mésothoracique, métathoracique, et celui du premier segment abdominal) sont unis entre eux par une commissure qui suffit à caractériser une larve de ce groupe.

» Les deux troncs latéraux émettent en outre, en avant, deux forts rameaux qui se dirigent vers la tête; en arrière, quelques rameaux destinés au quatorzième segment.

» Ces faits nous montrent que l'appareil respiratoire des larves des Hyménoptères entomophages, tout en étant bâti sur un même plan fondamental, présente des différences dans le nombre et la disposition de quelques-unes de ses parties, différences qui permettent d'établir des caractères distinctifs entre les larves des diverses familles. Malheureusement nos connaissances sur ce sujet sont trop restreintes pour pouvoir tirer des conclusions générales, et établir les affinités de ces familles entre elles. »

ZOOLOGIE. — *Sur un organe non décrit, servant à la fermeture du réservoir du venin et sur le mode de fonctionnement de l'aiguillon chez les Fourmis*. Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Émile Blanchard.

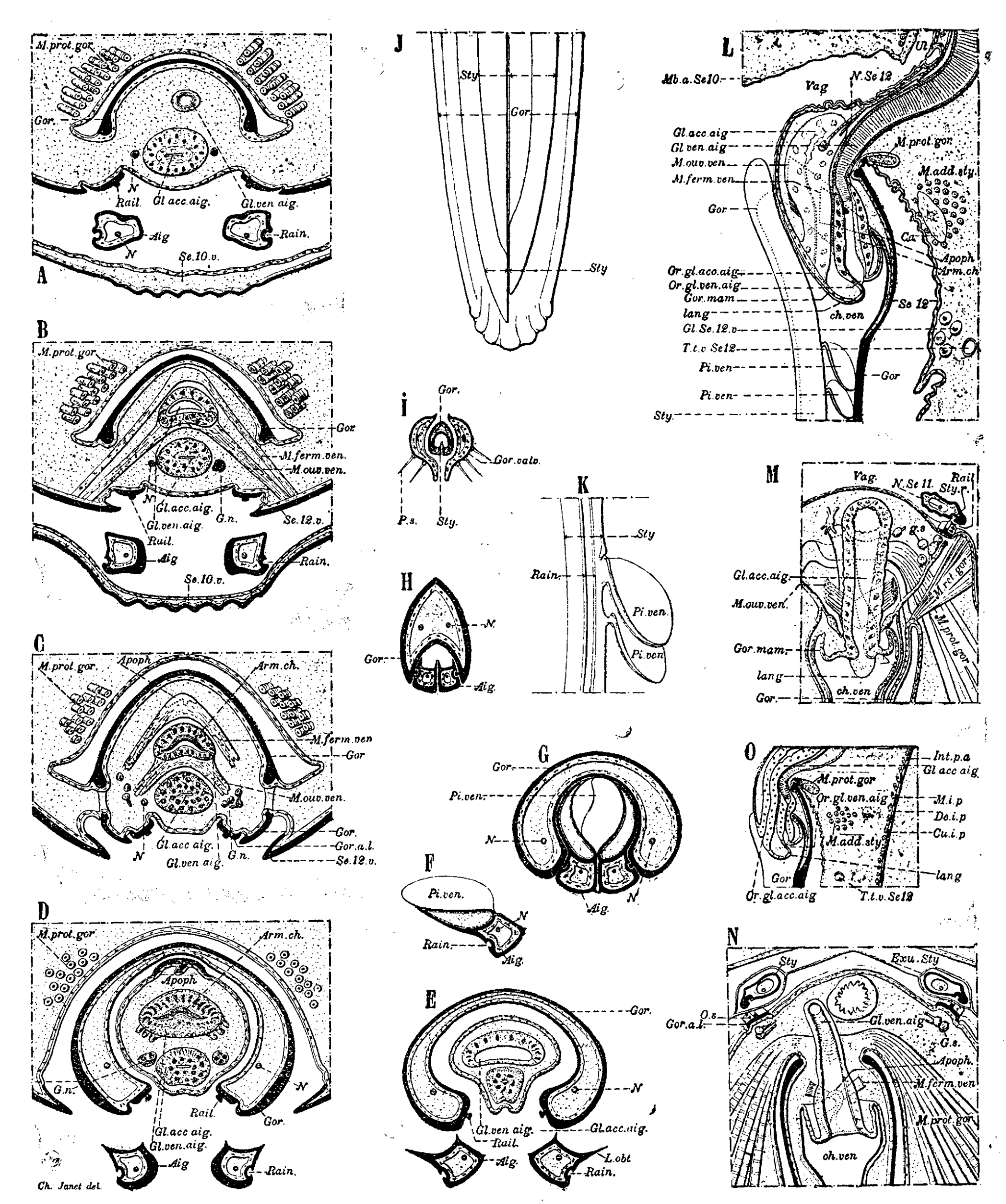
« Le rôle originel de l'armure génitale ♀ des Insectes est de conduire l'œuf au point où il doit être déposé. Cette armure présente une structure assez constante chez les Hyménoptères, mais cette constance ne va pas sans un certain nombre de modifications en rapport avec des adaptations spéciales. C'est ainsi que cette armure est transformée en un aiguillon défensif chez les Guêpes, les Abeilles et les Fourmis.

» Je viens d'examiner, à nouveau, la structure, déjà si souvent décrite, de l'aiguillon des *Myrmicinæ*, et j'ai trouvé, dans cet organe compliqué, un appareil d'arrêt du venin, qui paraît avoir échappé à l'observation de mes devanciers.

» Les parties fortement chitinisées qui constituent l'aiguillon sont : 1° une paire de stylets (*Sty.*), aiguilles flexibles, longues et acérées (J), pourvues chacune de deux lames obturatrices longitudinales (E. *L. obt.*), d'une double paire de pistons de refoulement du venin (K. F. L. G. *Pi. ven.*), d'une rainure de coulissage (A à F, *Rain.*), et dont la partie proximale est renflée en une crosse qui fournit l'insertion de puissants muscles pro- et rétracteurs; 2° un gorgeret (A à E, G à J, L, M, *Gor.*), sorte de gouttière élargie à sa partie supérieure (L), rétrécie en pointe mousse à sa partie

inférieure (J) et pourvue, sur chacun de ses deux bords, d'un rail de guidage (A à E, *Rail*) qui se trouve coiffé par la rainure du stylet correspondant. Les coupes (L, A à E, M à O) nous montrent que la partie supérieure du gorgeret loge un mamelon (*Gor. mam.*) à l'extrémité duquel débouchent les deux glandes de l'appareil. La région suivante (L), qui loge les quatre pistons, est encore assez large, mais la partie qui vient au delà se rétrécit en un tube étroit. C'est dans l'intérieur du mamelon que se trouve logé un appareil destiné, soit à fermer tout à fait hermétiquement, soit, au contraire, à ouvrir largement le canal de sortie du venin.

» Le réservoir de la glande à venin acide (A à E, L à O, *Gl. ven. aig.*) se prolonge par un conduit allongé dont la propria est mince et dont le revêtement chitineux interne est renforcé par des anneaux à la façon des trachées (L). La partie terminale du conduit, logée dans l'intérieur du mamelon, possède une propria très épaisse, et les anneaux de l'intima, anneaux qui empêchent le conduit de se fermer par accolement de ses parois, disparaissent pour faire place à un dispositif qui lui permet, au contraire, de se fermer complètement. La cuticule forme, en effet, sur la moitié dorsale du conduit, une armature chitineuse rigide (C, D, L, *Arm. ch.*) sur laquelle vient s'appliquer la moitié ventrale qui, elle, conserve une cuticule souple. Cette disposition est celle du repos et l'extrémité du canal de sortie du venin se trouve ainsi fermée d'une façon suffisante pour le cas d'un remplissage modéré de la glande. Cet appareil, normalement fermé par accolement de ses parties, est pourvu de deux paires de muscles (B à D, L à N, *M. ouv. ven.*, *M. ferm. ven.*) qui servent, l'une, à l'ouvrir largement, l'autre, à le fermer hermétiquement. Pour bien comprendre le mode de fonctionnement des muscles de fermeture, il faut examiner une coupe sagittale sur laquelle on voit nettement une mince lame chitineuse réfléchie qui vient se raccorder avec la partie postérieure de la base du mamelon. Cette lame chitineuse porte, au milieu de sa bordure supérieure, une apophyse chitineuse (C, D, L, O, N, *Apoph.*) sur laquelle s'attachent les muscles de fermeture. L'autre extrémité de chacun de ces muscles se fixe, par un tendon, à la plaque latérale de l'arceau ventral du douzième segment postcéphalique (B, *Se* 12 *v*). Lorsque ces muscles de fermeture sont contractés, ils produisent la fermeture hermétique du canal (O). Les muscles d'ouverture se fixent par des tendons situés à côté de ceux des muscles de fermeture, mais ils vont s'attacher sur la paroi ventrale flexible du canal et, en se contractant, ils écartent cette paroi de la partie dorsale. Le canal se trouve ainsi largement ouvert.



Myrmica rubra. — Appareil d'arrêt et appareil d'injection du venin. A à I. Coupes transversales de l'aiguillon. (On peut se rendre compte de la situation de ces coupes en se reportant à la *fig.* L.) A, coupe passant par la partie supérieur du gorgeret; B, C, D, coupes passant par l'appareil d'arrêt; E, coupe passant près de l'extrémité inférieure du mamelon obturateur; F, coupe d'un stylet immédiatement au-dessus d'un piston de refoulement; G, coupe de l'aiguillon immédiatement au-dessus des pistons. Tandis que dans les coupes précédentes, les stylets sont figurés séparés du gorgeret, c'est-à-dire dans la situation qu'ils occupent au moment de l'éclosion, ils sont, dans la *fig.* G et

dans les deux suivantes, représentés unis au gorgeret dans la situation qu'ils occupent dès que l'aiguillon est apte à fonctionner; H, coupe prise à mi-hauteur entre les pistons de refoulement et l'extrémité de l'aiguillon; I, coupe voisine de l'extrémité. Sur cette dernière coupe on a représenté les valves protectrices de l'aiguillon. J, extrémité de l'aiguillon. K, coupe optique des pistons d'un stylet; L, coupe sagittale du mamelon obturateur de l'aiguillon, le canal du venin étant dilaté par le muscle d'ouverture; M, coupe frontale du mamelon passant par l'orifice de la glande alcaline; N, coupe frontale du mamelon passant par l'orifice de la glande acide; O, aplatissement du canal du venin produit par la contraction du muscle de fermeture. Gross. : A à I, 133; J, 1066; K, 266; L, 166; M et N, 133; O, 83. — *Aig.*, Aiguillon ; *Apoph.*, Apophyse; *Arm. ch.*, Armature chitineuse; *Ch. ven.*, chambre à venin; *Cu. i. p.*, *De.i. p.*, cuticule et propria du rectum; *Exu.*, Exuvies; *G. n*, Ganglions nerveux; *Gl.*, Glande; *Gl. acc. aig.*, Glande alcaline; *Gl. ven. aig.*, Glande acide; *Gorg*, Gorgeret; *Gor. a. l.*, Arcs latéraux; *Gor. mam.*, Mamelon; *Gorg. valv.*, Valves; *Int. p. a.*, Rectum; *L. obt.*, Lame obturatrice; *Lang.*, Languette; *M. add. sty.*, Muscle adducteur; *M. ferm. ven.*, M. de fermeture; *M. i. p.*, M. du rectum; *M. ouv. ven.*, M. d'ouverture; *M. prot. gorg.*, M. protracteur; *M. ret. gorg.*, M. rétracteur; *Mb. a. Se.* 10, Membrane articulaire; *N.*, Nerf; *O. s.*, Organe sensitif; *Or.*, Orifice; *P. s.*, Poil sensitif; *Pi. ven.*, Piston; *Rail*, Rail de guidage; *Rain.*, Rainure; *Se. n.*, n^e anneau; *Styl.*, Stylets; *T. t.*, Trachée transversale; *Ut.*, Utérus; *Vag.*, Vagin; *v.*, Ventral.

» La description qui précède nous permet de comprendre comment fonctionne l'aiguillon. Pour piquer, l'animal applique, sur le corps de son ennemi, l'extrémité mousse du gorgeret, puis il fait pénétrer les stylets. Pour l'injection du venin, l'aiguillon fonctionne comme une pompe aspirante et foulante. Le mamelon constitue un bouchon qui ferme la partie supérieure du corps de pompe. Le tube qui amène le venin proprement dit est pourvu d'un appareil qui peut, soit le fermer hermétiquement, soit l'ouvrir largement. Les lamelles transversales (*Pi. ven.*) jouent à la fois le rôle de soupapes qui laissent passer le liquide et de pistons qui l'aspirent d'un côté pour le refouler de l'autre. Au repos, le tube de sortie du venin est fermé par accolement de ses parois. Au moment de la descente du piston, le muscle d'ouverture ouvre le tube pour laisser sortir le venin. Lorsque les pistons remontent, le venin passe au-dessous d'eux, et lorsqu'ils descendent à nouveau le venin se trouve violemment injecté dans la plaie, tandis qu'une nouvelle cylindrée est appelée hors du réservoir. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations dans la grotte et la rivière souterraine de Han-sur-Lesse* (*Belgique*). Note de M. **Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Du 18 au 20 septembre 1898, j'ai exploré en détail la caverne de Han-sur-Lesse, avec le concours de M. E. Van den Broeck.

» On sait que cette grotte (5^{km} de développement connu) est traversée par la Lesse qui a perforé là un promontoire de calcaire givétien (aux strates inclinées de 60° à 70° vers le NO); la rivière, se perdant actuellement au trou impénétrable de Belvaux (altitude 159^m aux basses eaux), n'occupe plus que lors des crues exceptionnelles son ancien lit contournant le promontoire.

» MM. Edouard Dupont et J. Willems ont publié de savantes études sur le cours souterrain de la Lesse à Han (*Bull. Soc. belge de Géologie et Hydrologie,* t. VII; 1893). Mais ces études reposaient principalement sur les renseignements fournis par les guides de la grotte qui, jusqu'à présent, avaient été les seuls à parcourir les 3500^{m} de galeries secondaires, trop difficilement accessibles aux visiteurs.

» L'examen de ces couloirs, joint à des circonstances météorologiques exceptionnelles, nous a permis de constater des faits contraires aux hypothèses reçues.

» On avait toujours remarqué, après les pluies, que les eaux de la rivière souterraine, subdivisées en deux branches, à environ 150^{m} en amont de la sortie, arrivaient troubles par la branche de droite (est, siphons du Styx), quatorze à seize heures après leur perte à Belvaux, et par la branche de gauche (ouest, salle des Draperies) deux jours plus tard seulement. On en avait conclu (dès 1829, Dr Alleweireldt) qu'en aval de sa perte la Lesse se divisait souterrainement en deux bras, dont la longueur avait été estimée par M. Dupont à 12^{km} pour celui de l'ouest, et à 3^{km} pour celui de l'est.

» Nous pouvons affirmer que le plus grand des deux bras n'existe pas :

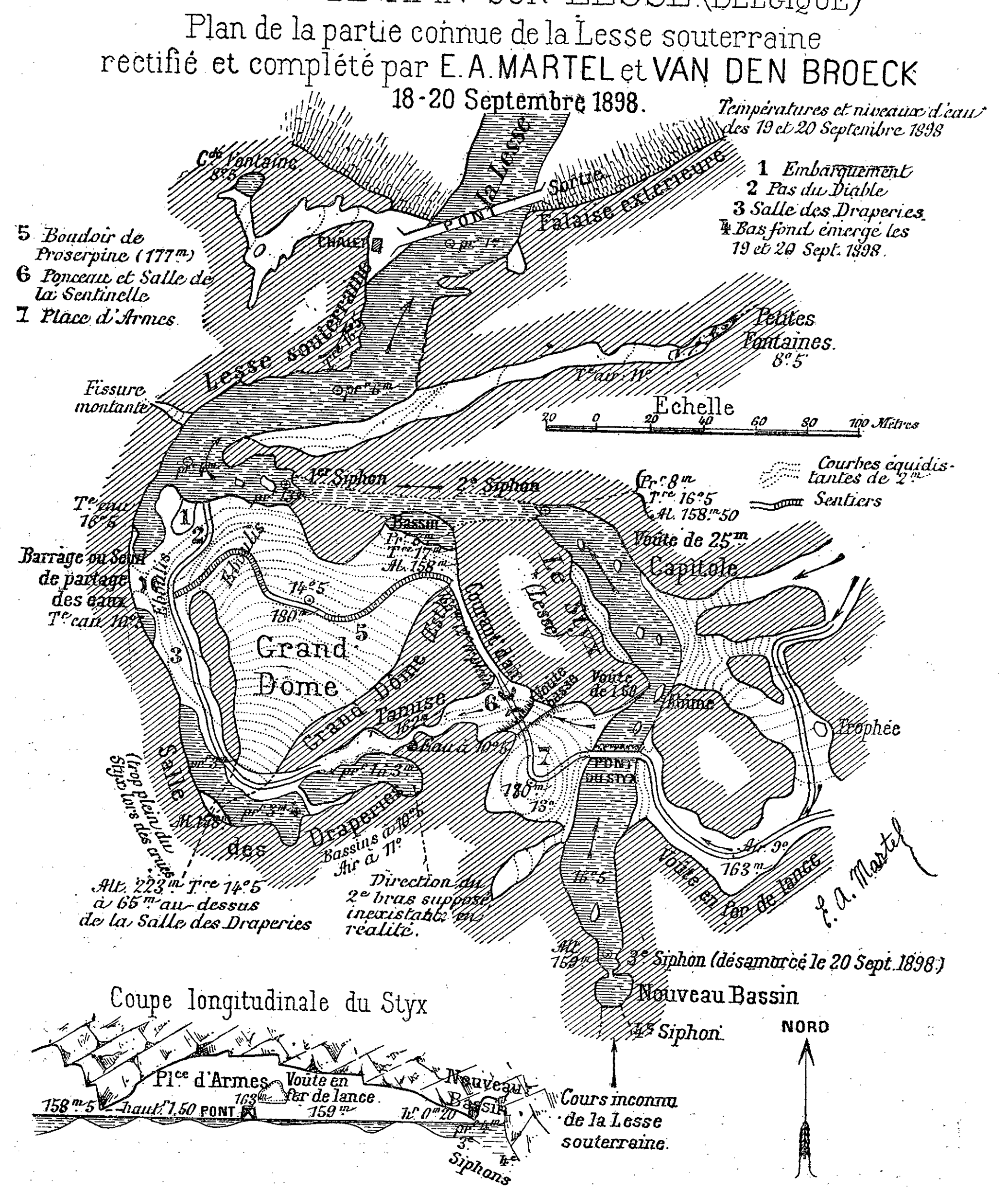
» En effet, le 19 septembre, les eaux étant exceptionnellement basses, nous n'observâmes aucun courant dans la salle des Draperies, dont toute l'eau était à 10°,5 (air ambiant 11°).

» Au contraire, dans le bras du Styx et dans la galerie de sortie de la Lesse, le courant était très rapide et l'eau à 16°,5 C. (17° le 20 septembre). Cette différence de 6°, pour des eaux souterraines distantes de quelques mètres à peine, placées au même niveau (158^{m}) et séparées par un simple éboulis, prouve, sans réplique possible, que celles de la salle des Draperies étaient, le 19 septembre 1898, sans communication aucune avec la Lesse, et n'en constituent nullement une seconde branche *permanente.*

» Il ne faut y voir qu'un trop-plein, rempli lors des crues. A l'aide d'un bateau pliant en toile, j'ai exploré tous les recoins du bassin peu profond (3^{m}) des Draperies, sans y apercevoir aucune fissure siphonnante d'amenée.

» Par contre, on connaît depuis longtemps et nous avons traversé, derrière le Grand-Dôme, un difficile couloir latéral (*La Tamise,* altit. 162^{m}) par où se déverse le trop-plein du Styx dès qu'il gonfle de 3^{m} à 4^{m} (les crues de la Lesse souterraine atteignent jusqu'à 10^{m} d'amplitude); alors seulement les eaux de la salle des Draperies s'écoulent en aval et rejoignent de nouveau la Lesse par-dessus le barrage naturel, formé sans doute lors du grand éboulement de 1828. Si le bras des Draperies monte trois fois moins vite, paraît-il, que celui du Styx, c'est parce que, en aval du Styx les étranglements de deux siphons forment des obstacles qui n'ont pas leur équivalent en aval de la salle des Draperies; de plus, on s'explique que le bras de l'ouest (Draperies) n'entre en fonction et ne donne d'eau trouble que deux jours après celui de l'est (Styx),

puisqu'il faut, pour le remplir, que le niveau de l'eau prenne le temps de s'élever de 3^m à 4^m en amont de la Tamise.



» Quand la Tamise cesse de fonctionner, le bras des Draperies se vide rapidement et ne garde plus d'eau que dans ses bas-fonds; celle-ci s'isole, devient stagnante comme

nous l'avons vue, échappe à l'influence réchauffante estivale de la Lesse et sa température tend à se rapprocher de la température moyenne annuelle du lieu (8°,5), qui serait celle de toute la caverne sans l'intervention perturbatrice de la Lesse.

» Ainsi se trouve infirmée, une fois de plus, l'ancienne croyance à l'uniformité et à l'égalité de la température des cavernes que j'ai déjà souvent réfutée ici-même (*Comptes rendus*, 12 mars 1894, 13 janvier et 20 avril 1896, 24 mai et 14 juin 1897).

» Peu de grottes nous ont fourni d'aussi grands écarts de température que Han les 19 et 20 septembre : 8°,5 dans les bassins d'eau de simple infiltration (air 9°) des galeries sèches; 16°,5 (et même 17°) dans la Lesse *courante* (air à 13° dans la salle de la Place d'Armes et à 14°,5 dans celle du Grand-Dôme, toutes deux réchauffées par la Lesse, etc.).

» La déperdition d'un demi-degré seulement entre la perte (à Belvaux 17°,5) et sa réapparition (1050^m à vol d'oiseau, 17° le 20 septembre) nous a dénoncé, en outre, que le séjour de l'eau sous terre ne doit pas être très long (Voir *Comptes rendus*, 13 janvier 1896).

» Une expérience de coloration nous a formellement confirmés dans cette idée.

» Le 18 septembre, à 4^h, M. van den Broeck jetait 1^{kg} de fluorescéine au trou de Belvaux. Le 19 à midi, nous voyions arriver la caractéristique coloration verte la plus intense au pont du Styx (salle de la Place d'Armes) et celle-ci ne se manifestait à la sortie (400^m plus loin) qu'à 4^h de l'après-midi.

» La fluorescéine a mis, par conséquent, vingt-quatre heures du trou de Belvaux à la sortie, dont quatre pour les 400 derniers mètres. Au taux de 100^m à l'heure, c'est donc 2^{km} seulement que la Lesse parcourt de Belvaux à la Place d'Armes. Il n'y a pas à tenir compte d'une accélération due à la pente, qui est inférieure à 1^m. Cette lenteur de transmission se rapproche de celle (60^m à l'heure) que j'ai observée l'an dernier à la source de Sauve (Gard) (*Comptes rendus*, 29 novembre 1897).

» Il est certain que, sur ses 2^{km} encore inconnus, la Lesse parcourt, comme toutes les rivières souterraines que j'ai explorées, une série de siphons, de réservoirs et de trop-pleins. (Voir *Comptes rendus*, 7 novembre 1892, 19 juin 1893, 18 mai 1896, 17 janvier 1898. — *Les abîmes*.)

» On connaissait déjà deux de ces siphons, profonds de 8^m à 13^m, entre la sortie et le pont de la Place d'Armes; en amont du pont j'en ai découvert deux autres, le 20 septembre : l'un, grâce au bas niveau des eaux, était désamorcé de $0^m,20$ seulement; j'ai pu le franchir à la nage et trouver au delà une voûte s'élevant à 10^m de hauteur au-dessus d'un bassin rond de 10^m de diamètre environ ; fermé de toutes parts par des parois à pic, ce bassin est lui-même l'issue d'un autre siphon non désamorcé qui enlève tout espoir de remonter davantage vers l'amont. La *cloche* que j'ai ainsi reconnue, et

qui est certainement précédée d'autres analogues plus ou moins vastes, achève d'expliquer [comme *La Foiba de Pisino en Istrie* (*Comptes rendus,* 28 décembre 1896) et *Les avens de Sauve, Gard* (*Comptes rendus,* 17 janvier 1896)], pourquoi l'eau, arrêtée par tant de siphons successifs, doit se mettre assez lentement en pression avant de monter, à la Place d'Armes, au niveau nécessaire pour amorcer la Tamise et pour faire déborder des eaux troubles dans le bras de la Salle des Draperies.

» En résumé, la Lesse souterraine est bien un courant unique, à trop-pleins temporaires, et la partie inconnue de son cours doit mesurer seulement 2^{km} environ.

» Enfin, sans relater ici nos autres observations, d'ordre géologique, nous avons acquis la quasi-certitude que, sur le plateau à l'ouest du trou de Belvaux, la petite caverne obstruée, appelée le *Trou-Picot,* doit communiquer avec le canal inconnu de la Lesse. Nous avons instamment prié MM. le baron de Spandl et de Pierpont, propriétaires de la grotte de Han, de faire exécuter au Trou-Picot les travaux de déblaiement nécessaires pour tenter d'accéder à ce canal. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 octobre 1898.

Œuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par les Secrétaires perpétuels. Tome douzième. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-4°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 octobre 1898. N° 118. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Le Directeur: E. Mascart. Fascicules n°s 251 à 281; in-4°.

Les savants modernes; leur vie et leurs travaux, d'après les documents académiques choisis et abrégés par A. Rebière. Paris, Nony et Cie, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La vie à Madagascar, par Henri Mager. Paris, Firmin-Didot; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue des questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles. Deuxième série. Tome XIV. 20 octobre 1898. Louvain, M.-J. Thirion, 1898; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société royale malacologique de Belgique. Tome XX. Année 1895. Bruxelles, P. Weissenbruch; 1 vol. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, Journal des candidats aux Écoles spéciales, à la Licence et à l'Agrégation, dirigé par C.-A. Laisant, Répétiteur à l'École Polytechnique, etc., et X. Antomari, Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée Carnot, etc. Troisième série. Tome XVIII. Octobre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. N° 10. 15 octobre 1898. Genève-Paris, G. Masson, 1898; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 OCTOBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Remarques sur la polarisation rotatoire magnétique et la dispersion anomale, à l'occasion d'une expérience nouvelle de MM.* D. Macaluso *et* O.-M. Corbino; par M. **Henri Becquerel**.

« Le 17 octobre dernier ([1]), MM. D. Macaluso et O.-M. Corbino ont présenté à l'Académie une expérience très remarquable dont l'explication me paraît se relier intimement aux phénomènes connus de la polarisation rotatoire magnétique et plus particulièrement aux expériences publiées par M. Cotton en 1896 ([2]) ainsi qu'à diverses recherches que j'ai publiées sur cette question.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 548.

([2]) *Thèse pour le Doctorat* et journal *L'Éclairage électrique*, 1896.

» Je rappellerai d'abord l'expérience nouvelle de MM. Macaluso et Corbino :

» Au travers des armatures percées d'un électro-aimant, placées entre deux nicols, on fait passer, parallèlement au champ magnétique, un faisceau de lumière blanche qu'on analyse au moyen d'un spectroscope très dispersif; entre les armatures on dispose un brûleur avec une parcelle de chlorure de sodium, et l'on observe alors, dans le spectre, les deux bandes d'absorption D_1 et D_2 qu'il convient d'obtenir larges. Dans ces conditions, si l'on ferme le courant de l'électro-aimant, on voit apparaître, de part et d'autre de chacune des raies D, des bandes alternativement obscures et brillantes qui se déplacent lorsqu'on fait tourner l'analyseur.

» MM. Macaluso et Corbino ont reconnu que ces bandes sont dues à un phénomène de polarisation rotatoire magnétique; elles constituent, de part et d'autre de chaque raie D, un spectre cannelé de Fizeau et Foucault, montrant que, au travers de la flamme du sodium, les radiations qui, dans le spectre, avoisinent immédiatement chaque bande d'absorption, subissent une rotation magnétique considérable, qui grandit à mesure que leur longueur d'onde est plus voisine de celle de la raie d'absorption. Lorsque les nicols sont parallèles, la bande obscure la plus éloignée de la raie correspond à une rotation du plan de polarisation égale à 90°.

» J'ai répété très facilement cette expérience. En utilisant le troisième ou le quatrième spectre d'un réseau Rowland, on constate très nettement, de part et d'autre des raies D, des bandes sombres qui se déplacent avec l'analyseur.

» Un des caractères de ces bandes est qu'elles sont parfois très mobiles suivant la largeur plus ou moins grande des raies D_1 et D_2, c'est-à-dire suivant la quantité plus ou moins grande de vapeur de sodium qui se trouve dans la flamme du brûleur, et suivant l'épaisseur de cette flamme. En réglant la quantité de sodium de la flamme on obtient des bandes assez fixes. On vérifie alors les divers caractères signalés par les auteurs italiens, et qui ne laissent aucun doute sur la nature du phénomène.

» Voici, en outre, quelques particularités que j'ai été à même d'observer : lorsque les deux nicols sont parallèles, l'aspect et la position des bandes ne changent pas quand on renverse le sens du courant de l'électro-aimant. Il en est de même quand les nicols sont croisés à angle droit, mais dans ces conditions l'expérience est encore plus frappante. En effet, en l'absence du courant, la lumière blanche traversant la flamme est interceptée par les nicols croisés, le champ est alors obscur et les raies D émises par le brû-

leur ne sont que très faiblement lumineuses; si l'on vient à faire passer le courant, on voit apparaître, dans le spectre, deux bandes très lumineuses de chaque côté de chacune des raies D, exactement à la place où l'on observait des bandes obscures dans le cas des nicols parallèles. Ce sont les radiations dont le plan de polarisation a tourné de 90° dans le champ magnétique.

» Quand les nicols sont croisés à 45° l'aspect des bandes et leur position diffèrent suivant le sens du courant et le sens de la rotation des nicols. Lorsque ceux-ci ont été tournés dans le sens de la rotation magnétique les bandes obscures se rapprochent des raies D_1 et D_2. Elles s'en écartent dans le sens contraire.

» Un fait important qui ne me paraît pas avoir été signalé est que l'écartement des bandes autour de D_1 et de D_2 est notablement différent.

» Je cite à titre d'exemple les longueurs d'onde approchées des radiations qui dans une expérience subissaient des rotations de 45°, de 90° et de 270°. Ces nombres sont relatifs à l'état particulier de la flamme, état qu'on peut caractériser en notant la largeur des bandes d'absorption. Dans l'expérience que je rapporte, l'absorption autour de D_1 était sensible de $0^{\mu},58963$ à $0^{\mu},58957$ et l'absorption de D_2 de $0^{\mu},58903$ à $0^{\mu},58895$, en admettant pour D_1 et D_2 à 15° les longueurs d'onde $0^{\mu},589593$ et $0^{\mu},588996$.

» Le champ magnétique était en moyenne de 7750 unités C.G.S; le phénomène de Zeeman ne donnait pas une variation de longueur d'onde supérieure à $\pm 0^{\mu},000019$. Les longueurs d'onde moyennes des bandes relevées ont été approximativement les suivantes :

Rotation magnétique.	Longueurs d'onde moyennes.	
°	μ	μ
45	0,58975	0,58920
90	0,58971	0,58915
270	0,58963	0,58905
»	D_1	D_2
270	0,58957	0,58994
90	0,58948	0,58886
45	0,58945	0,58880

» On voit qu'autour de D_1 l'écartement des bandes est environ les trois quarts de ce qu'il est autour de D_2. On sait déjà que les raies D_1 et D_2 se comportent différemment dans le phénomène du renversement spontané, et dans le phénomène de Zeeman; l'expérience qui nous occupe

paraît également de nature à caractériser l'individualité de certaines raies.

» MM. Macaluso et Corbino ont répété leur expérience avec la raie rouge du lithium.

» Il résulte de ces observations que certaines vapeurs incandescentes ont, pour les radiations très voisines de celles qu'elles absorbent, un pouvoir rotatoire magnétique considérable, qui atteint 50000 fois, 100000 fois et peut-être plus encore, le pouvoir rotatoire des radiations éloignées des bandes d'absorption.

» Le fait d'un accroissement notable du pouvoir rotatoire magnétique, pour des radiations dont la longueur d'onde est de plus en plus voisine de celle des bandes d'absorption, a été signalé pour la première fois, dans certains liquides absorbants, par M. Cotton, qui a rattaché ce phénomène à la variation rapide des indices de réfraction pour ces radiations (¹). Cette variation des indices est, comme on le sait, la cause de la dispersion anomale découverte par M. Le Roux, généralisée par M. Christiansen et précisée par l'expérience des prismes croisés de M. Kundt.

» Or j'ai été conduit (²) à supposer que les pouvoirs rotatoires magnétiques des corps devaient être proportionnels à une fonction de leurs propriétés magnétiques et à l'expression $\lambda \frac{\partial n}{\partial \lambda}$, dans laquelle λ désigne la longueur d'onde de la lumière, et n l'indice de réfraction correspondant. Cette expression s'accorde avec les mesures faites sur les corps solides, liquides et gazeux, et rend compte également des observations de M. Cotton, car on sait, par l'expérience de Kundt, que, dans le voisinage d'une bande d'absorption, la valeur de $\frac{\partial n}{\partial \lambda}$ est rapidement croissante à mesure que l'on pénètre dans la bande.

» Le phénomène observé par MM. Macaluso et Corbino, est donc la manifestation d'un fait connu, mais ce qu'il nous apprend de nouveau et d'important, c'est que dans le voisinage immédiat des bandes d'absorption d'une vapeur incandescente, telle que la vapeur de sodium ou de lithium, la valeur de $\frac{\partial n}{\partial \lambda}$ paraît devoir être considérée comme devenant infiniment grande; et la manifestation de ce fait est réalisée par une expérience d'une grande élégance.

(¹) On ne doit pas rapporter à cette cause la dispersion particulière des plans de polarisation dans les corps doués d'un pouvoir rotatoire magnétique négatif.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 679.

» Les essais que j'ai tentés jusqu'ici pour répéter cette même expérience avec une vapeur absorbante à basse température, comme la vapeur d'iode, ou avec des dissolutions absorbantes diverses, n'ont pas donné de résultat, quoique les expériences de M. Cotton ne laissent pas de doute sur l'existence du phénomène anomal; mais ces expériences montrent également que, dans le cas de l'absorption à basse température, la variation de la rotation magnétique dans les régions d'absorption accessibles à l'expérience est relativemen tfaible, ce qui, dans notre hypothèse, correspond à une variation peu rapide de l'indice en fonction de la longueur d'onde.

» En résumé, l'expérience nouvelle de MM. Macaluso et Corbino offre le plus grand intérêt en ce qu'elle montre, d'une manière particulièrement délicate, les perturbations profondes qu'apportent à la propagation de la lumière les mouvements propres des milieux transparents lorsque ces derniers vibrent presque à l'unisson des mouvements lumineux qui les traversent. »

PHYSIOLOGIE. — *Particularités relatives à l'innervation et aux propriétés physiologiques générales des nerfs du sphincter ani.* Note de MM. **S. Arloing** et **Édouard Chantre**.

« I. Le sphincter reçoit des rameaux nerveux qui s'étendent jusqu'au col de la vessie. Ces rameaux sont pairs et symétriques, de sorte que le muscle, bien qu'impair et médian, semble schématiquement constitué de deux moitiés arciformes soudées bout à bout et possédant chacune leur innervation propre.

» Si ce schéma était l'expression de la réalité, la constriction circulaire du sphincter exigerait l'intervention simultanée des deux nerfs de l'organe, ou encore la contraction d'une moitié entraînerait le relâchement de l'autre. Or, il n'en est rien et, comme nous le verrons dans une Note ultérieure, la section unilatérale des nerfs ne modifie pas le fonctionnement du sphincter d'une façon sensible. En considération de ces faits, on est disposé à admettre, au contraire, que les deux moitiés arciformes du sphincter semblent se pénétrer mutuellement vers leurs extrémités et souder leurs fibres ou bien encore que le domaine de chaque nerf, malgré la symétrie apparente de la distribution, dépasse la ligne médiane et empiète sur le domaine de l'autre.

» Nous déduisons ces hypothèses du mode de propagation de la contraction dans le sphincter sous l'influence de l'excitation de ses nerfs, pris isolément. La contraction passe toujours de la moitié dont le nerf est excité à l'autre moitié.

» Pour observer ce phénomène, il faut enlever le sphincter avec ses nerfs, le transformer rapidement en une bande contractile rectangulaire et, dans ce but, le diviser sur la ligne médiane inférieure, l'étaler à la surface d'une lame de liège et le tendre à l'aide de poids attachés aux deux extrémités. De plus, on le fixe en plantant quelques épingles suivant la ligne médiane supérieure et l'on place une pince myographique sur la moitié droite et sur la moitié gauche, pince qu'on relie à deux tambours à levier.

» Toutes ces manœuvres exigent beaucoup de célérité, afin de ne pas laisser disparaître l'excitabilité du bout périphérique des nerfs. Le succès en est favorisé par quelques précautions préalables. Ainsi, il est bon de préparer l'ablation des organes précités sur l'animal vivant, dont la sensibilité est supprimée par la section de la moelle épinière au collet du bulbe et la respiration entretenue artificiellement. Sur un tel sujet, l'on va à la recherche des nerfs, on les coupe, on isole les bouts périphériques sur une certaine longueur, on circonscrit le sphincter; enfin, on enlève muscle et nerfs et l'on se débarrasse rapidement des lambeaux de peau ou de muqueuse capables de nuire à la bonne adaptation des pinces myographiques. L'ablation faite, on prend des dispositions pour retarder, autant que possible, les effets de la dessiccation.

» Quand ces préparatifs sont terminés, si l'on excite l'un des nerfs avec des courants induits isolés ou tétanisants, les deux pinces myographiques donnent en même temps des courbes positives; toutefois, la pince située sur la moitié qui répond au nerf excité fournit un tracé dont l'amplitude est un peu plus grande que celle du tracé de la pince symétrique. Si l'on passe à l'autre nerf, on obtient des résultats analogues.

» La bande musculaire sphinctérienne s'est donc contractée tout entière sous l'influence de l'excitation d'un seul nerf, puisqu'elle a augmenté d'épaisseur en même temps qu'elle s'est raccourcie dans toutes ses parties.

» Deux explications sont plausibles pour rendre compte de ce phénomène : ou bien les fibres musculaires possèdent toute la longueur du muscle et reçoivent une plaque motrice terminale des nerfs correspondants à droite et à gauche, ou bien les ramifications des nerfs, après avoir

fourni des plaques motrices, principalement aux fibres du côté correspondant, lancent quelques fines arbuscules terminales sur les fibres musculaires de la moitié opposée.

» A laquelle doit-on se rattacher de préférence?

» Nous nous rattacherons à la seconde, pour deux raisons : 1° parce que la contraction, liée à l'excitation d'un nerf, au lieu de s'établir uniformément dans toute l'étendue du muscle, comme elle le ferait si toutes les fibres étaient continues d'un bout à l'autre et placées sous l'empire du nerf excité, s'affaiblit en se propageant au delà de la ligne médiane; 2° parce que l'excitation directe de la bande musculaire donne exactement les mêmes résultats.

» Nous voyons une nouvelle preuve de l'intervention du système nerveux dans ce fait qu'à un certain moment, lorsque les nerfs intramusculaires se fatiguent, la contraction finit par se localiser presque entièrement dans la moitié du muscle qui reçoit l'excitation et ne se propage plus à l'autre moitié.

» II. Si l'on compare les nerfs du sphincter et les nerfs mixtes des membres au point de vue de l'excitabilité, on relève une différence qui mérite d'être signalée.

» Les branches nerveuses du sphincter perdent leur excitabilité plus vite que les nerfs mixtes des membres. Si on lance, au même instant, une série de courants induits isolés, à l'aide d'excitateurs doubles, dans le bout périphérique du nerf honteux et du nerf du court jambier latéral du chien, on constate que le sphincter cesse de répondre aux excitations bien avant le muscle du membre. Lorsque apparaît la fatigue, le nerf réagit encore un instant aux courants induits d'ouverture selon les règles classiques.

» Dans notre Communication du 31 mai 1897, nous avons montré que les branches nerveuses paires qui se rendent au sphincter renferment un certain nombre de fibres sensitives dont l'excitation peut déterminer la contraction réflexe du muscle. L'excitabilité de ces fibres persiste davantage que celle des fibres motrices, de sorte qu'une excitation appliquée sur le trajet d'un nerf intact, mais soumis déjà à des excitations répétées, est capable d'entraîner la contraction du sphincter par voie réflexe et non par voie directe.

» Des faits précités il résulte :

» 1° Que les branches terminales des nerfs honteux franchissent la ligne médiane et que chaque groupe latéral tient sous sa dépendance la plus grande partie des fibres musculaires du sphincter;

» 2° Que la résistance aux causes capables d'altérer l'excitabilité est moins grande dans les nerfs du sphincter que dans les nerfs mixtes des membres;

» 3° Que l'excitabilité persiste plus longtemps dans les fibres sensitives que dans les fibres motrices des nerfs honteux. »

CORRESPONDANCE.

Le **Comité du monument Pasteur, a Lille**, informe l'Académie qu'il a décidé d'ajourner à une date ultérieure l'inauguration de la statue et de l'Institut Pasteur, qui avait été primitivement fixée au 5 novembre prochain.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *de Lapparent* ayant pour titre : « Le Vésuve et la Somma » ;

2° Un Ouvrage de M. *W. de Fonvielle* intitulé : « Les Ballons-sondes et les ascensions internationales ». (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

3° Un Ouvrage de M. *d'André* intitulé : « La Rasance des terrains avec le clipsomètre ». (Renvoi aux concours des prix Jérôme Ponti et Houllevigue.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries divergentes et les fonctions définies par un développement de Taylor.* Note de M. **Le Roy**, présentée par M. Appell.

« M. Leau a publié, dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, une Note qui m'amène à faire connaître certains résultats que j'ai obtenus.

» I. Considérons une série entière $\Sigma \alpha_n z^n$, convergente dans le cercle de rayon 1. Supposons que l'on puisse construire une fonction $\varphi(x)$, telle que

$$\alpha_n = \int_0^1 \varphi(x)\, x^n\, dx, \qquad \Sigma \alpha_n z^n = \int_0^1 \frac{\varphi(x)}{1 - zx} dx = f(z).$$

» On a les théorèmes suivants :

» 1° *$f(z)$ coïncide, à l'intérieur du cercle de convergence, avec la somme de la série.*

» 2° *$f(z)$ est holomorphe en tout point du plan, sauf peut-être pour z réel et plus grand que 1. Si même $\varphi(x)$ est holomorphe pour $0 < x < 1$, la coupure n'est pas essentielle et $f(z)$ n'a pas d'autres points singuliers que $z = 1$ et $z = \infty$.*

» 3° *$f(z)$ n'est pas uniforme; le calcul du saut brusque subi par l'intégrale quand on franchit la coupure donne les diverses déterminations de $f(z)$.*

» On a donc résolu complètement le problème du prolongement analytique de la série.

» II. Je citerai les cas suivants, où l'on peut affirmer que $z = 1$ est le seul point singulier :

» 1° Si α_n est développable, pour n suffisamment grand, suivant les puissances positives, entières ou fractionnaires, de $\frac{1}{n}$. (On peut même supposer que ce développement contienne un nombre limité de termes affectés d'un exposant négatif.)

» 2° Si α_n est holomorphe en $\frac{1}{Ln}$;

» 3° Si $\alpha_n = \sum \frac{a_p}{p!}(Ln)^p$, la série $\Sigma|a_p|$ étant convergente;

» 4° Si $\alpha_n = \sum \frac{\lambda_p}{(n+a_p)^\alpha}$, avec $a_p > -1$;

» 5° Si α_n est lui-même une fonction holomorphe de n du type que nous étudions, le point -1 étant le seul point singulier;

» Enfin, si α_n peut être mis sous la forme en question, il en est de même de la différence $(-1)^n \Delta^{(n)}\alpha_0$.

» III. Des conclusions analogues sont encore vraies, si l'on peut mettre la série sous la forme $\int_0^a \varphi(x) A(x, z)\,dx$, A étant holomorphe en z autour de l'origine. Je citerai les exemples suivants :

» 1° Si $\alpha_n = \sum \frac{a_p}{p!} n^p$, la série $\Sigma|a_p|k^p$ étant convergente $(k > 0)$, $f(z)$ est uniforme et holomorphe à l'extérieur d'une courbe fermée entourant le point $z = 1$ et laissant au dehors le point $z = 0$. Si k peut être aussi grand que l'on veut, $f(z)$ n'a pas d'autre point singulier que $z = 1$.

» 2° Si la série $\Sigma|\Delta^{(n)}\alpha_0|$ est convergente, $f(z)$ est holomorphe dans la région située du même côté que l'origine par rapport à une certaine parallèle à OY.

» 3° Si l'on a : $\alpha_n = a_n + \lambda^n b_n$, les quantités $|a_n|^{\frac{1}{n}}$ et $|\Delta^{(n)} b_0|^{\frac{1}{n}}$ tendant vers zéro, $f(z)$ est uniforme et n'a qu'un seul point singulier à distance finie : $z = \frac{1}{\lambda}$.

» 4° Si $\alpha_n = b_n \int_0^1 \varphi(x^n)\,dx$, $|\Delta^{(n)} b_0|^{\frac{1}{n}}$ tendant vers zéro, $f(z)$ n'est plus uniforme, mais n'a toujours que le point singulier $z = 1$.

» Il serait aisé de multiplier ces exemples.

» IV. La considération des polynomes de Legendre X_n permet de reconnaître si l'on peut réaliser les égalités

$$\alpha_n = \int_{-1}^{+1} \varphi(x) x^n \,dx.$$

Soit $X_n(\alpha)$ ce que devient X_n quand on remplace x^p par α_p. Si la série $\Sigma(2n+1) X_n(\alpha) X_n(x)$ définit une fonction intégrable de -1 à $+1$, $f(z)$ est holomorphe en tout point du plan, sauf peut-être pour les valeurs réelles de z supérieures à 1 en valeur absolue; si même cette série définit une fonction holomorphe pour $|x| < 1$, $f(z)$ n'a pas d'autres points singuliers que $z = \pm 1$.

» V. On peut encore poser :

$$\alpha_n = \int_0^{\infty} \varphi(x) x^n \,dx, \qquad \text{ou bien} \qquad \alpha_n = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x) x^n \,dx.$$

» On obtient encore des théorèmes analogues à ceux du n° I. La considération de certains polynomes (polynomes de M. Hermite ou polynomes obtenus par le développement de $e^{-\frac{x}{1+z}}$ suivant les puissances de z) permet d'énoncer des théorèmes semblables à celui du n° IV.

» On parvient ainsi à donner un sens à certaines séries entières toujours divergentes : telles sont la série $\Sigma n!\, z^n$ et la série de Stirling. Plus généralement, on peut traiter de la sorte des classes étendues de séries asymptotiques de M. Poincaré.

» VI. On remarquera que ces méthodes donnent une solution du problème des séries divergentes : à la série $\Sigma\alpha_n$ je fais correspondre la valeur $f(1)$ et, si cette valeur existe (unique ou non), je dis que la série est *sommable*. On peut procéder de plusieurs façons pour sommer une série : si ces diverses façons donnent le même résultat (quant aux valeurs obtenues, mais non pas forcément quant aux régions de sommabilité), la

série est dite *absolument sommable*. C'est ce qui a lieu si $\Sigma\alpha_n z^n$ a un cercle de convergence (condition suffisante, mais non nécessaire).

» Une série absolument sommable peut être maniée comme une série convergente, par exemple au point de vue de la dérivation et de l'intégration terme à terme.

» La théorie des séries sommables de M. Borel, consistant à mettre $\Sigma\alpha_n z^n$ sous la forme $\int_0^\infty e^{-x}F(zx)\,dx$ avec $F(t) = \sum \frac{\alpha_n}{n!}t^n$, est un cas très particulier de la théorie précédente qui permet d'obtenir des résultats beaucoup plus généraux. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Une propriété d'une intégrale première des équations de la dynamique à deux variables et à potentiel homogène*. Note de MM. **W. Ebert** et **J. Perchot**, présentée par M. Poincaré.

« Nous considérons les deux équations

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2x}{dt^2} = \dfrac{1}{x^p}\varphi\left(\dfrac{y}{x}\right), \\ \dfrac{d^2y}{dt^2} = \dfrac{1}{x^p}\Psi\left(\dfrac{y}{x}\right), \end{cases}$$

et nous posons

$$\varepsilon = \frac{y}{x},\qquad x' = \frac{dx}{dt},\qquad y' = \frac{dy}{dt},\qquad x'' = \frac{dx'}{dt},\qquad y'' = \frac{dy'}{dt}.$$

Soit une intégrale première

$$f(x, x', y, y') = \text{const.}$$

On a

$$(2)\qquad \frac{df}{dx}x' + \frac{df}{dy}y' + \frac{df}{dx'}x'' + \frac{df}{dy'}y'' = 0.$$

Cette égalité devient une identité en x, y, x', y' quand on y remplace x'' et y'' par leur valeur (1).

» Nous posons

$$(3)\qquad y = kx,\qquad y' = kx'$$

et donnons à k une valeur particulière déterminée par l'équation

$$(4) \qquad \frac{\varphi(k)}{\Psi(k)} = \frac{1}{k},$$

$f(x, x' y, y')$ devient une fonction $g(x, x')$,

$$f(x, x', kx, kx') = g(x, x').$$

Nous nous proposons d'indiquer la forme de $g(x, x')$ en x et x'.

» On a

$$(5) \qquad \begin{cases} \dfrac{dg}{dx} = \dfrac{df}{dx} + k\dfrac{df}{dy}, \\ \dfrac{dg}{dx'} = \dfrac{df}{dx'} + k\dfrac{df}{dy'}. \end{cases}$$

A cause des relations (3), (4) et (5) l'équation (2) devient

$$0 = \frac{dg}{dx}x' + x'' \frac{dg}{dx'}$$

ou

$$0 = \frac{dg}{dx}x' + \frac{\varphi(k)}{x^p} \frac{dg}{dx'}.$$

» Il en résulte que la forme générale de $g(x, x')$ est

$$(6) \qquad g(x, x') = \chi\left[\frac{x'^2}{2} - \frac{\varphi(k)}{(1-p)x^{p-1}}\right];$$

la fonction arbitraire χ peut d'ailleurs se réduire à une constante et même à zéro.

» Dans le cas particulier d'un potentiel $U(x, y)$ homogène et de degré $-p+1$, on peut poser

$$(7) \qquad U(x, y) = \frac{1}{x^{p-1}} V(\varepsilon),$$

et l'on a

$$\varphi(\varepsilon) = -(p-1)V(\varepsilon) - \varepsilon V', \qquad \Psi(\varepsilon) = V'.$$

L'équation en k est donc

$$(8) \qquad (1+k^2)V'(k) + (p-1)kV(k) = 0,$$

» On peut aisément vérifier que les intégrales connues des équations de la forme (1) ont bien la propriété énoncée.

» L'emploi des coordonnées polaires permet une interprétation géométrique des considérations précédentes.

» Posons $x = r\cos\varpi$, $y = r\sin\varpi$, $\frac{dr}{dt} = r'$, $\frac{d\varpi}{dt} = \varpi'$, $U = \frac{W(\varpi)}{r^{p-1}}$.

» Soit encore une intégrale première

$$f(r, \varpi, r', \varpi') = \text{const.}$$

On a identiquement

$$0 = \frac{df}{dr}r' + \frac{df}{d\varpi}\varpi' + \frac{df}{dr'}\left[\frac{(1-p)W(\varpi)}{r^p} + r\varpi'^2\right] + \frac{df}{d\varpi}\left[\frac{W'(\varpi)}{r^{p+1}} - \frac{2r'}{r}\varpi'\right].$$

» En y faisant

$$\varpi' = 0,$$

et en déterminant ϖ_0 par l'équation

$$(9) \qquad W'(\varpi_0) = 0,$$

l'identité précédente devient

$$0 = \frac{df}{dr'}(1-p)\frac{W(\varpi_0)}{r^p} + \frac{df}{dr}r'.$$

» Elle admet l'intégrale

$$g = \frac{1}{2}r'^2 - \frac{1}{r^{p-1}}W(\varpi_0),$$

et

$$f = \chi(g).$$

» L'équation (4), en coordonnées cartésiennes, correspond à l'équation (9) en coordonnées polaires. Celle-ci donne les valeurs de ϖ pour les points où la force est dirigée suivant le rayon vecteur et où la tangente à la courbe potentielle lui est perpendiculaire. Si les coordonnées x, y d'un point matériel et les valeurs correspondantes x', y' de sa vitesse satisfaisaient, à un moment donné, aux équations (3), k étant défini par (4), elles y satisferaient sans cesse et le point se déplacerait sur ce rayon vecteur. »

PHYSIQUE. — *Sur le rapport γ des deux chaleurs spécifiques des gaz ; sa variation avec la température.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Il semble que la meilleure méthode pour déterminer le rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz, et surtout pour en étudier la variation avec la température, consiste à le déduire de la vitesse du son.

» Examinons d'abord si l'on peut considérer cette vitesse comme suffisamment connue pour cet objet.

» *Vitesse du son dans l'air sec à* o°. — Parmi les déterminations qui paraissent le plus parfaites se placent au premier rang celles de MM. Wüllner, Blaikley, Violle et Vauthier. Ces expériences, effectuées par trois méthodes différentes, ont donné respectivement, pour la vitesse du son dans l'air sec à o°,

$$331^{m},898, \quad 331^{m},676 \quad \text{et} \quad 331^{m},10.$$

» L'accord des deux premiers nombres avec le troisième est insuffisant; l'usage d'une moyenne quelconque de ces trois nombres ne saurait conduire à des résultats intéressants.

» Les expériences de Wüllner ([1]) ont l'avantage d'avoir été exécutées sur de l'air parfaitement desséché, et à o° même. Il est peu probable, ainsi que le remarque l'auteur, que la somme algébrique des diverses erreurs dépasse $\frac{1}{1000}$. J'ai indiqué déjà ([2]), il est vrai, une correction relative à la dilatation du verre sur lequel se déposent les *lignes de poussière* et du cathétomètre qui sert à les observer; mais cette correction est très faible dans les expériences à o°, ayant seulement pour effet d'élever la vitesse du son à $331^{m},95$.

» Le résultat de M. Blaikley ([3]) est la moyenne de nombres un peu moins concordants que ceux de M. Wüllner.

» Quant aux expériences de MM. Violle et Vauthier ([4]), elles ont porté sur de l'*air saturé d'humidité à* 12°,5. *Plusieurs raisons s'opposent à ce qu'on en déduise la vitesse du son dans l'air sec à* o°.

» D'une part, il n'est pas permis de considérer comme gaz parfait l'air saturé d'humidité, et la correction relative à sa compressibilité serait des plus incertaines. D'autre part, le γ de cet air humide diffère de celui de l'air sec d'une quantité inconnue, mais certainement notable, ne serait-ce qu'en raison de l'atomicité de la vapeur d'eau ([5]). MM. Violle et Vauthier se sont contentés d'apporter au nombre expérimental, comme l'avait fait

---

([1]) Wullner, *Annalen der Physik und Chemie*, 9e série, t. IV, 1888.

([2]) A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXXV, séance du 2 décembre 1897.

([3]) Blaikley, *Philos. Mag.*, 5e série, t. XVI, p. 447 et t. XVIII, p. 328.

([4]) Violle et Vauthier, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIX, p. 306.

([5]) L'introduction dans l'air d'un gaz parfait triatomique sous une pression égale à celle de la vapeur d'eau diminuerait la vitesse du son de près de $0^{m},2$.

Regnault, la correction bien connue relative à la densité. Il est facile de voir que celles nécessitées par les observations précédentes seraient toutes deux additives.

» Le nombre calculé est donc trop faible, et il est malheureusement impossible de savoir de combien.

» Ces considérations permettent d'adopter pour la vitesse du son dans l'air sec à 0° : $V_0 = 331^m,8$.

» *Vitesse dans l'air sec à* 100°. — La vitesse du son dans l'air sec à 100° serait d'après Wüllner $387^m,7$. Mais si l'on tient compte des observations faites plus haut, on est conduit à adopter $V_{100} = 387^m,8$ (1).

» *Vitesse dans le gaz carbonique.* — Les expériences du même savant donnent, après correction, pour la vitesse du son dans l'anhydride carbonique sec

$$\text{à } 0^\circ : 259^m,3 \quad \text{et à} \quad 100^\circ : 300^m,2.$$

» *Calcul de* γ. — J'ai montré (*loc. cit.*) que la valeur de γ peut être tirée de l'une des deux formules

$$V = \sqrt{\frac{RT\varphi}{M}\frac{\gamma}{1+p\mathcal{A}}} = \sqrt{\frac{RT}{M}\gamma\frac{10^4-y}{10^4+(2e-1)z+(3e-1)(e-1)u}}.$$

» Pour l'air, on fera dans la première

$$\frac{M}{\varphi_0} = 28,973 \qquad \text{et} \qquad \frac{\varphi_{100}}{\varphi_0} = 1,0003.$$

» On trouve ainsi les valeurs suivantes de γ :

Air à 0°	1,4040
Air à 100°	1,4031
Anhydride carbonique à 0°	1,3190
» à 100°	1,2827

» Malgré l'incertitude de la dernière décimale, on peut en conclure que, *pour l'air, γ varie à peine avec la température :* le rapport $\frac{\gamma_0}{\gamma_{100}}$ est voisin de 1,0006. Wüllner, à cause surtout de l'erreur signalée, trouve une valeur notablement plus forte (1,00168), et il insiste, à tort, comme on le voit,

(1) Ce résultat s'accorde bien avec les expériences de Kundt, qui trouve pour le rapport des longueurs d'onde dans l'air à 100° et à 0° : $\sqrt{1,3665}$. Toutefois, il est bon de dire que les valeurs de V_{100} trouvées par ce savant oscillent entre 388,47 et 389,64.

sur ce que la diminution de γ est considérable, même dans le cas d'un gaz quasi parfait.

» Pour l'anhydride carbonique, au contraire, γ diminue assez rapidement à mesure que la température s'élève : $\frac{\gamma_0}{\gamma_{100}} = 1,028$ environ.

» *Valeurs de γ pour divers gaz à 0°.* — En appliquant la formule ci-dessus, avec les données numériques que j'ai publiées antérieurement ([1]), on trouve aisément les valeurs suivantes de γ pour les divers gaz étudiés par Wüllner à 0°. Les valeurs de V_0 admises sont, conformément à ce qui précède, légèrement inférieures à celles publiées par ce savant :

Gaz.	V_0.	γ_0.	W.
Air	331^{m},8	1,404	1,4053
CO	337,0	1,401	1,4032
CO^2	259,3	1,319	1,3113
Az^2O	259,6	1,324	1,3106
AzH^3	415,9	1,336	1,3172
C^2H^4	315,8	1,250	1,2455

» J'ai rappelé, dans la dernière colonne (W), les valeurs de γ_0 calculées par Wüllner lui-même, afin de bien montrer l'importance des corrections relatives à la compressibilité et au volume moléculaire de chacun des gaz.

» *Conséquences.* — Parmi les conséquences qui se dégagent de ces Tableaux, je me bornerai aujourd'hui à signaler les suivantes :

» 1° On peut admettre que *le γ d'un gaz parfait diatomique a pour valeur* 1,4; mais les nombres relatifs à l'anhydride carbonique prouvent que *celui d'un gaz parfait triatomique ne saurait être* 1,333, comme on l'enseigne souvent d'après Boltzmann.

» Je montrerai, en m'appuyant sur la notion d'états correspondants, qu'on peut admettre la valeur $1 + \frac{2}{3} \times 0,4 = 1,267$.

» 2° Dans le même ordre d'idées, et en appliquant la même notion, on verra que *la valeur $\gamma = 1,666$ ne caractérise nullement un gaz parfait monoatomique.* Cette valeur de γ conviendrait, en effet, à un gaz diatomique aussi éloigné de l'état parfait que l'anhydride sulfureux vers 10° sous la pression atmosphérique. Tel pourrait bien être le cas pour la vapeur de mercure dans les conditions où elle a été étudiée par Kundt et Warburg. »

([1]) A. Leduc, *Annales de Chimie et de Physique*, 3 septembre 1898.

OPTIQUE. — *Nouvel appareil pour mesurer la luminosité.* Note de M. **Onimus**, présentée par M. Mascart.

« Nous avons cherché depuis longtemps à enregistrer la luminosité et nous avons employé, dans ce but, les différents appareils construits jusqu'à présent. Les plus pratiques sont ceux dont se servent les photographes et, entre autres, le photomètre de Vogel. Mais ces appareils, tels qu'ils sont construits, ne peuvent guère être utilisés pour les recherches climatologiques.

» Le principe sur lequel repose la construction de ces photomètres, c'est-à-dire une gradation de teintes ascendantes et régulières, nous paraissant excellent, nous avons demandé à MM. Braun de nous construire un photomètre, basé sur celui qu'ils emploient pour le tirage de leurs épreuves au charbon.

» Après plusieurs essais, nous sommes arrivé à donner la préférence à un appareil très simple, consistant en une boîte longue de 28^{cm} à 30^{cm} et large de 6^{cm} à 7^{cm} environ. Sur le couvercle se trouve une série de petits ronds, sur lesquels sont inscrits des chiffres allant de 1 à 24.

» Chacun de ces chiffres correspond à une teinte de plus en plus foncée, et celle-ci est obtenue par une superposition de pellicules de collodion coloré très légèrement à l'aurentia.

» Le chiffre s'inscrit lui-même sur le papier enregistreur et l'on peut ainsi, à la simple vue et très rapidement, savoir le degré de luminosité.

» Pour le chiffre 1, il n'y a qu'une pellicule; pour le chiffre 2, il y en a deux, et ainsi de suite. En prenant donc pour unité une seule pellicule, on peut, selon le chiffre maximum inscrit, juger de la luminosité et la comparer au chiffre inscrit les jours précédents, dans la même localité, ou à ceux qui s'inscrivent dans d'autres régions.

» Nous n'avons pas la prétention d'imposer l'unité de luminosité que nous avons choisie; mais, comme il n'en existe pas, il nous a fallu commencer par en adopter une pour arriver à des recherches pratiques. Cette unité est évidemment relative et conventionnelle, mais il en est de même de toutes les unités. Ce qui importe, c'est d'avoir un point de comparaison, et nous n'en avons pas trouvé de plus commode.

» L'appareil est simple, peu coûteux; il ne renferme aucun mécanisme

compliqué susceptible de se déranger; il peut donc être employé par n'importe qui et n'importe où.

» La préparation de la pellicule peut aisément être toujours identique; il suffit pour cela de se mettre dans les mêmes conditions de fabrication.

» Enfin, le papier enregistreur peut être également identique; il est avantageux de le choisir au ferro-prussiate, car il est préférable d'avoir un papier dont la manipulation ne soit pas délicate et qui puisse être faite par des personnes n'ayant pas l'habitude de la photographie. Le papier que nous avons choisi a surtout l'avantage de ne demander, pour la fixation, qu'un lavage à l'eau.

» Voilà plusieurs mois que nous nous servons de cet appareil et nous avons pu avoir simultanément des observations les mêmes jours à Paris, à Monaco et dans les Vosges.

» On n'obtient évidemment que la totalité de la luminosité dans une même journée, ou dans une partie de la journée, car tout reste immobile. Il suffirait d'ailleurs, avec cet appareil, de convenir de l'heure et de la longueur du temps de l'exposition à la lumière.

» Nous avons essayé, pour pouvoir comparer la luminosité des différentes heures de la journée, d'introduire ces bandes dans le cylindre du *Sunshine*, qui est réglé, comme on sait, par un mouvement d'horlogerie. Mais nous n'avons rien obtenu de satisfaisant et nous avons demandé à M. Richard de construire un cylindre tournant, ne se déclenchant que toutes les heures.

» Avec cet appareil on pourrait alors avoir la somme de luminosité pendant les différentes heures, tandis que, pour avoir la somme de luminosité de toute une journée, la boîte immobile qui constitue le nouveau photomètre que nous proposons est nécessaire.

» En résumé, notre appareil offre une annotation des plus simples et des plus faciles, et il permet de pouvoir comparer la luminosité d'un jour à un autre, ou d'un pays à un autre.

» Pour que cette comparaison soit possible, il faut évidemment s'entendre sur une unité de luminosité. Cette unité n'existe pas, et elle est d'une nécessité absolue. Elle est difficile à établir, et peut-être celle que nous proposons, si elle est acceptée, pourra par sa simplicité rendre des services. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la phénylhydrazine sur l'acide chloranilique* (1). Note de M. **A. Descomps**, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir la phénylhydrazine sur la phloroglucine en solution dans l'alcool absolu, MM. A. Bæyer et Kochendœrfer (2) ont obtenu un corps répondant à la formule

$$C^6H^3(OH)^3(C^6H^5AzH — AzH^2)^3.$$

D'autre part, M. Seyewetz (3) a obtenu des corps analogues avec l'hydroquinone et l'orcine, représentés respectivement par les formules

$$C^6H^4\begin{cases} OH\ C^6H^5AzH — AzH^2 \\ OH\ C^6H^5AzH — AzH^2 \end{cases}$$

et

$$CH^3 — C^6H^3\begin{cases} OH\ C^6H^5AzH — AzH^2 \\ OH\ C^6H^5AzH — AzH^2. \end{cases}$$

» Sur les indications de M. H. Imbert, j'ai essayé l'action de la phénylhydrazine sur l'acide chloranilique. On obtient un corps parfaitement cristallisé et analogue aux précédents en opérant de la façon suivante :

» On fait dissoudre, dans l'alcool à 80°, $2^{gr},45$ (1 molécule) d'acide chloranilique $C^6Cl^2(OH)^2O^2, 2H^2O$ et l'on verse goutte à goutte cette solution dans 3 molécules de phénylhydrazine préalablement dissoute dans 25^{cc} à 30^{cc} du même alcool.

» Le liquide s'épaissit tout d'abord, puis, au bout de vingt-quatre heures, il se dépose une masse parfaitement cristallisée, tandis que le liquide surnageant limpide a pris une teinte rouge brun. La masse cristalline essorée, lavée à plusieurs reprises avec de l'alcool à 45°, est soumise à la dessiccation dans le vide. Elle est constituée par de fins cristaux brillants, de couleur brun violacé, et se présente au microscope sous la forme de prismes rhombiques. Soumis à l'analyse, ils donnent

$$C = 50,37, \quad Cl = 16,6, \quad Az = 13,80 \text{ pour } 100.$$

» Ces résultats indiquent qu'il s'est formé un corps analogue à ceux

---

(1) Travail fait au laboratoire de Recherches chimiques de l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier.

(2) *D. ch. G.*, t. XXII, p. 2189.

(3) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 264.

préparés par les auteurs cités précédemment et répondant à la formule

$$C^6Cl^2O^2\left\langle\begin{array}{l}OH\,C^6H^5AzH - AzH^2\\ OH\,C^6H^5AzH - AzH^2\end{array}\right.$$

pour laquelle la teneur théorique en C, Cl et Az serait

$$C = 50,82,\qquad Cl = 16,70,\qquad Az = 13,17 \text{ pour } 100.$$

» Or, Kehrmann [1] et A. Hantzsch et K. Schniter [2] ont admis, pour l'acide chloranilique, la formule

```
           OH  Cl
           |   |
           C   C
          /===\
   O = C<       >C = O,
          \===/
           C   C
           |   |
           Cl  OH
```

qui en fait une paradichloro-dioxyquinone; le corps que j'ai obtenu répondra alors au schéma

```
          OHC6H5AzH — AzH2
          |   Cl
          |   |
          C   C
         /===\
  O = C<       >C = O.
         \===/
          C   C
          |   |
          Cl  OHC6H5AzH — AzH2
```

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherche et présence d'un ferment soluble protéo-hydrolytique dans les Champignons*. Note de MM. **Ém. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Les recherches poursuivies par l'un de nous, durant ces dernières années, sur la biologie des Champignons ont établi que l'on rencontre fréquemment, chez ces végétaux, les ferments solubles suivants : *invertine,*

---

(1) *Journ. f. prak. Chem.*, 2e série, t. XL, p. 365.
(2) *D. ch. G.*, t. XX, p. 2279.

tréhalase, maltase, inulase, amylase et *émulsine*. Ces ferments exercent leur action hydrolysante sur les hydrates de carbone et les glucosides; quant à de véritables ferments protéo-hydrolytiques, c'est-à-dire agissant sur les matières protéiques, malgré des essais réitérés il n'en a été trouvé, au cours des recherches que nous venons de rappeler, que dans une seule espèce, l'*Aspergillus niger* (1), dont le macéré attaque légèrement la fibrine et l'albumine à la façon d'une solution de trypsine.

» Nous avons supposé que ces résultats négatifs pouvaient tenir à la méthode de recherche, et, au lieu de faire nos essais sur la fibrine ou l'albumine, nous avons opéré sur la caséine, telle qu'elle existe dans le lait dégraissé. Cette fois, les résultats ont été tout autres. Sur vingt-six espèces de grands Champignons, une vingtaine au moins se sont montrées susceptibles de digérer la caséine. Avec certaines d'entre elles, nous avons même observé, dans un court temps, une digestion presque complète de cette matière albuminoïde.

» Pour enlever au lait la matière grasse qu'il renferme, nous avons eu recours, en le modifiant légèrement, au procédé de dosage du beurre dans lequel on sépare d'abord celui-ci sous forme de solution éthérée. Voici, d'ailleurs, les détails de l'opération :

Lait	250^{cc}
Alcool ammoniacal (2)	4
Alcool à 95°	30
Éther	225

» On verse l'alcool ammoniacal dans le lait et l'on agite : au bout de quelques minutes on ajoute l'éther, puis l'alcool. On met le tout dans une ampoule à décantation, on agite vivement et on laisse au repos jusqu'à séparation nette du mélange en deux couches. La couche supérieure est une solution éthérée de graisse; la couche inférieure est du lait sans beurre, saturé d'éther et renfermant un peu d'alcool et d'ammoniaque, dont la présence, dans ces proportions, ne peut pas nuire à l'action d'un ferment protéo-hydrolytique analogue à la trypsine. On soutire cette couche inférieure dans un flacon que l'on bouche, et l'on met de côté pour l'usage. L'éther que ce liquide renferme empêche toute altération.

» Les solutions que nous avons fait agir sur ce lait ont été préparées en

---

(1) Ém. Bourquelot, *Les ferments solubles de l'*Aspergillus niger (*Bull. de la Soc. mycologique de France,* t. IX, p. 230; 1893).

(2) Cet alcool s'obtient en mélangeant 90^{cc} d'alcool à 95° et 10^{cc} d'ammoniaque officinale.

triturant les Champignons avec du sable et de l'eau chloroformée (deux parties d'eau pour une partie de Champignon), et filtrant à plusieurs reprises jusqu'à obtention d'un liquide clair.

» Voici, entre autres essais, ceux qui se rapportent à deux Champignons communs : 1° *Amanita muscaria* L. (fausse orouge) et 2° *Clitocybe nebularis* Batsch.

» 1° *Amanita muscaria :*

A.		B.		C.	
Macéré cru......	20cc	Macéré cuit.....	20cc	Eau chloroformée...	20cc
Lait dégraissé....	40cc	Lait dégraissé....	40cc	Lait dégraissé.......	40cc

» Ces trois mélanges ont été abandonnés à la température du laboratoire (14° à 16°) pendant quatre jours, après quoi la caséine restante a été dosée par précipitation dans chacun d'eux. On a trouvé pour 15cc de mélange :

	gr
En A......................	0,039
» B......................	0,256
» C......................	0,248

» 2° *Clitocybe nebularis.* — Mêmes mélanges; même mode opératoire. La proportion de caséine restante a été trouvée égale à

	gr
Pour A....................	0,031
» B....................	0,262
» C....................	0,255

» On voit que, dans les deux cas, les $\frac{5}{6}$ de la caséine ont disparu en A, ce qui indique une action fermentaire très marquée. Si, d'autre part, on trouve un chiffre un peu plus élevé en B qu'en C, cela tient à ce que la précipitation, dans le premier de ces deux essais, se fait au sein d'un macéré de Champignon et que le précipité de caséine entraîne, en se formant, un peu de matière étrangère.

» Restait à savoir s'il y avait eu réellement digestion de la caséine, c'est-à-dire formation de peptones. La recherche des peptones a été faite à la fois dans A et B, de la manière suivante :

» Après avoir précipité la caséine par l'acide acétique, on a filtré, puis porté le liquide à l'ébullition. Cette dernière opération a amené la formation, dans les deux cas, d'un précipité. On a filtré de nouveau et, après avoir constaté qu'aucun des deux liquides ne précipitait par l'acide azotique, on a essayé, sur chacun d'eux, la réaction du biuret. Cette réaction n'a été obtenue qu'avec le liquide A, ce qui indique bien que ce liquide renfermait

des peptones. Au surplus, ce même liquide précipitait légèrement, par addition d'alcool, ce qui n'avait pas lieu avec le liquide B.

» Enfin, on sait que dans la digestion trypsique il se fait toujours de la tyrosine et que celle-ci est décelée par la coloration noire que ses solutions prennent à l'air, lorsqu'on les additionne d'un liquide qui renferme ce ferment oxydant que l'on trouve dans beaucoup de Champignons.

» Nous nous sommes servis d'une macération de *Russala delica,* macération qui est, comme l'un de nous l'a montré, très active et très commode pour ces sortes de recherches ([1]). Les liquides A et B, débarrassés simplement de la caséine par précipitation acétique, ont été additionnés d'un peu de cette macération : seul le liquide A s'est coloré en noir.

» Ajoutons que du lait dégraissé, traité par de l'extrait de pancréas actif, nous a donné des résultats semblables à ceux qui viennent d'être exposés. Donc, en résumé, ces Champignons renferment réellement un ferment soluble protéo-hydrolytique analogue, sinon identique, à la trypsine ou caséase. »

BIOLOGIE. — *De l'influence de la température sur la détermination du sexe* ([2]). Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Plusieurs statistiques, relatives à la proportion des individus mâles et femelles, semblent montrer, en ce qui concerne les animaux, que la température favorise la production des femelles; c'est une notion vulgaire qu'il naît relativement plus de filles dans les pays chauds que sous les climats froids; Düsing a fait également remarquer que, dans un même pays, la température du moment de l'apparition du sexe influe sur celui-ci; dans les mois les plus chauds il y a production d'une quantité plus considérable de filles; Schlechter arrive à la même conclusion relativement aux chevaux. Von Siebold a montré, de son côté, que les œufs fécondés du *Nematus ventricosus* donnaient naissance à d'autant plus de femelles que la température était plus élevée; il est vrai que, dans ce dernier cas, un autre facteur, celui de l'abondance de la nourriture, variait en même temps dans un sens favorable à la production de femelles.

([1]) Ém. Bourquelot, *Influence de la réaction du milieu sur l'action du ferment oxydant des Champignons* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 315; 27 juillet 1896).

([2]) Travail du laboratoire de Biologie végétale d'Avon, dirigé par M. G. Bonnier.

» Les observations et expériences faites sur des plantes semblent jusqu'ici donner des indications en sens contraire; une ancienne expérience de Knight a montré qu'un pied de Melon d'eau, plante monoïque, cultivé dans une serre chaude, ne possédait que des fleurs mâles; Heyer a fait observer comment cette expérience était insuffisante et sujette à de graves objections; plusieurs autres observations sont contradictoires.

» J'ai fait sur le *Mercurialis annua* une expérience dont les résultats mènent à la même conclusion pour cette plante que pour les animaux. Divers lots de graines, provenant de pieds ayant crû dans des conditions variées, sur lesquelles je n'insisterai pas en ce moment, ont été semés dans sept carrés différents, et à deux reprises successives; le premier semis a été effectué le 18 avril, le second le 25 juin de cette année; les deux séries de plantes ainsi obtenues se sont développées dans le même sol et à la même exposition, mais dans des conditions de température très différentes; pour le premier semis la température, observée à partir de l'ensemencement jusqu'à l'apparition des premières fleurs, a présenté un minimum de 1° C., un maximum de 28° (maximum d'ailleurs tout à fait accidentel); la quantité de chaleur reçue correspond à une température de 12°; les plantes du second semis ont subi une température minimum de 7°, une température maximum de 34° et ont reçu une quantité de chaleur correspondant à une température moyenne de 18°,5.

» Le dénombrement des pieds mâles et femelles m'a donné les résultats consignés dans le Tableau suivant :

	Premier semis.			Second semis.		
	Nombre de pieds mâles.	Nombre de pieds femelles.	Nombre de pieds femelles pour 100 mâles.	Nombre de pieds mâles.	Nombre de pieds femelles.	Nombre de pieds femelles pour 100 mâles.
1er lot.....	227	191	84	325	283	87
2e lot......	192	183	95	171	199	116
3e lot......	192	207	108	216	256	118
4e lot......	462	379	82	279	257	92
5e lot.	268	252	94	379	406	107
6e lot......	269	186	69	332	309	93
7e lot.	284	239	84	317	289	91
Total....	1894	1637	**86**	2019	1999	**99**

» La différence accusée entre les deux résultats totaux est considérable, mais elle ne serait pas absolument probante, constituant une donnée isolée

et les deux dénombrements successifs ayant été opérés sur des nombres déjà grands, mais peut-être pas assez élevés; ce qui me paraît donner du poids à ce résultat d'ensemble, c'est le fait que, pour chacun des lots en particulier, nous observons une variation se produisant constamment dans le même sens.

» D'autres conditions que la température ont varié d'une culture à l'autre; mais je ne crois pas qu'elles aient une influence aussi marquée que ce premier facteur; l'humidité du sol a été maintenue sensiblement constante par l'arrosage; l'état hygrométrique de l'air a peu varié; sa moyenne a été de 83 pour la première culture, de 81,5 pour la seconde; le ciel a été plus couvert durant la première culture que pendant la seconde; mais d'autres expériences, effectuées sur le Chanvre et sur la Mercuriale, m'ont permis de constater que l'ombre favorise la production de pieds femelles; nos résultats n'en deviennent, de ce fait, que plus significatifs.

» En résumé, *la chaleur favorise, chez la Mercuriale, la production d'individus femelles*. Ou bien l'action de la chaleur s'exerce sur les graines où l'on suppose le sexe définitivement constitué, et favorise alors la germination des graines femelles; ou bien elle peut agir encore sur la détermination du sexe une fois la graine formée. Nous nous rallions à cette seconde manière de voir, qui seule explique les modifications du sexe que nous avons antérieurement décrites chez le Chanvre (1). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractères de la vie ralentie des bulbes et des tubercules*. Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Deux périodes d'activité consécutives d'une plante vivace sont toujours séparées par une période de vie ralentie où la plupart des phénomènes de la végétation paraissent suspendus. Cette vie ralentie apparaît d'une façon particulièrement nette dans les espèces qui accumulent des réserves dans des organes souterrains nettement différenciés. Tel est le cas de la Tulipe, de la Jacinthe, de la Ficaire, de l'Asphodèle. Lorsque les fruits sont mûrs, toutes les parties aériennes de la plante se flétrissent et il ne reste plus que les bulbes ou les tubercules souterrains qui, jusqu'à la reprise de la végé-

---

(1) M. Molliard, *Sur la détermination du sexe chez le chanvre* (*Comptes rendus*, novembre 1897).

tation, quelquefois pendant plusieurs mois, ne présentent aucune modification extérieure. Je me suis proposé d'étudier quelques-uns des caractères que présentent les bulbes et les tubercules pendant leur vie ralentie.

» Tandis que, pour les arbres et les arbustes, la période de repos coïncide, en général, avec l'hiver, il est à remarquer que la plupart des plantes à bulbes passent à l'état de vie ralentie au commencement de l'été et recommencent à végéter en automne; c'est le cas des Orchidées indigènes et de la plupart des Liliacées à bulbe, de la Ficaire, de l'Arum, etc

» Il semble que ces plantes aient à se défendre plutôt contre la sécheresse que contre le froid. Un des principaux caractères communs aux organes de réserve à l'état de vie ralentie est la quantité relativement faible d'eau qu'ils contiennent. En traçant la courbe de la proportion d'eau contenue dans un bulbe pendant toute l'année, on voit que le minimum coïncide toujours avec le début de la période de vie ralentie. Cette faible hydratation n'est pas en rapport avec la sécheresse du sol. L'influence de la plus ou moins grande humidité du sol est très faible tandis que l'état de la végétation produit des variations considérables dans la proportion d'eau des bulbes. C'est donc seulement dans le pouvoir osmotique des substances renfermées dans les cellules qu'il faut chercher la cause de la faible hydratation des bulbes à l'état de repos.

» Les matières de réserve hydrocarbonées passent par un maximum au commencement de la vie ralentie. On trouve alors en proportions variables, suivant les cas, de l'amidon, de l'inuline, de la dextrine, du saccharose. L'absence presque générale de glucose est un des caractères de la vie ralentie; les bulbes d'Oignon et les tubercules d'Asphodèle font néanmoins exception à cet égard.

» Il m'a paru intéressant d'attirer l'attention sur les modifications internes qui se produisent dans les bulbes ou les tubercules dont la forme extérieure ne présente aucun changement. Les bulbes de Jacinthe sont un bon exemple pour montrer la nature de ces modifications. A la fin de mai la période de végétation active est terminée; les bulbes entrent alors à l'état de vie ralentie et peuvent être extraits de terre. Le 1er juin, j'y ai trouvé 29 pour 100 d'amidon (la proportion étant prise par rapport à 100 parties de matière sèche), 26 pour 100 de dextrine, 1 pour 100 de saccharose et des traces seulement de glucose. Des bulbes semblables peuvent être conservés jusqu'au mois d'octobre sans présenter de changements extérieurs; mais en les analysant on y trouve 26 pour 100 d'amidon, 21 pour 100 de dextrine, 3 pour 100 de saccharose et 2 pour 100 de glu-

cose. On voit que, pendant cette période de repos apparent, des modifications importantes se sont produites, la digestion des réserves a été commencée et le bulbe a été ainsi amené à un état tel qu'il est prêt à germer; la germination peut alors même se produire en quelque sorte spontanément. On sait d'ailleurs, à la suite des observations de divers auteurs, que les bulbes et les tubercules ne peuvent, en général, se développer qu'après avoir traversé une période de repos.

» Les bulbes d'Oignon se modifient aussi beaucoup pendant la vie ralentie. Le 10 septembre, un bulbe déjà à l'état de repos renfermait 10 pour 100 de glucose et 22 pour 100 de saccharose; le 4 décembre, des bulbes analogues conservés hors de terre contenaient 17 pour 100 de glucose et seulement 7 pour 100 de saccharose. On s'explique ainsi comment les qualités alimentaires d'une même variété d'Oignon peuvent varier avec la saison; on conçoit aussi comment, à un moment donné, les bulbes d'Oignon germent, quelles que soient les conditions extérieures.

» Les changements qui s'opèrent dans un tubercule de Ficaire à l'état de repos sont aussi considérables. A partir du mois de mai, lorsque les feuilles sont flétries, une grande partie de l'amidon se transforme en dextrine, puis en saccharose. Plus tard, une transformation inverse se produit, le saccharose revient à l'état d'amidon; enfin, avant la germination qui s'effectue en septembre, l'amidon est de nouveau partiellement transformé en dextrine et en sucre. Dans ce cas, les réactions qui s'opèrent pendant la vie ralentie sont plus complexes, car elles s'effectuent, suivant la saison, tantôt dans un sens, tantôt dans le sens opposé.

» La plupart des bulbes et des tubercules qui passent à l'état de vie ralentie subissent également des changements de composition considérables, sans que leur forme extérieure se modifie d'une façon apparente. Les diastases, qui manquent à peu près complètement lorsque la vie ralentie commence, se forment peu à peu et produisent un commencement de digestion des réserves qui provoque la germination. »

MINÉRALOGIE. — *Les roches à axinite (limurites) des contacts granitiques des Hautes-Pyrénées.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les contacts granitiques des pics d'Arbizon et de Montfaucon, ainsi que ceux de la lisière nord du massif de Néouvielle, près Barèges, ne renferment pas de filons de roches granulitiques ou pegmatiques du genre de

celles des contacts de la haute Ariège, mais ils présentent en extrême abondance des types pétrographiques spéciaux, des *roches à axinite;* l'étude de celles-ci conduit aux mêmes conclusions que celles que j'ai formulées dans une précédente Note, au sujet de l'importance des apports dans les phénomènes de contact des roches éruptives ([1]).

» Le massif de l'Arbizon et de Montfaucon est constitué par des calcaires paléozoïques (dévoniens?) rubanés, au milieu desquels apparaissent des bosses de *granite à hornblende,* affleurements d'une même masse profonde. Au contact immédiat du granite, les calcaires sont blancs, marmoréens, extraordinairement riches en minéraux; le *grenat grossulaire,* l'*idocrase* y forment des cristaux pouvant atteindre plusieurs centimètres; les mêmes minéraux, accompagnés de *diopside,* d'*épidote,* de *zoïsite,* d'*orthose,* d'*albite,* se développent en outre en éléments plus petits et constituent même de nombreux lits exclusivement silicatés, à composition des plus variées (*grenatites, épidotites, cornéennes feldspathiques,* etc.).

» A mesure que l'on s'éloigne du granite, les dimensions des minéraux macroscopiques diminuent, de même que le grain des roches exclusivement silicatées; à environ 300^m du contact, les calcaires et les minéraux qu'ils renferment ([2]) sont de nouveau colorés en noir par une matière charbonneuse, comme les sédiments non métamorphisés du voisinage.

» C'est dans la zone la plus rapprochée du granite que se rencontrent les roches à axinite (*limurites*) ([3]) qui font l'objet de cette Note; elles se trouvent : 1° en lits, alternant avec les calcaires à minéraux et les bancs silicatés; 2° en amas, situés au contact du granite et des sédiments métamorphisés; 3° en filons coupant ceux-ci; 4° en filons dans le granite lui-même. Ces roches sont caractérisées par l'existence de l'*axinite* violette, qui parfois constitue à elle seule toute la roche, mais le plus souvent est accompagnée de pyroxène (transformé en partie en amphibole vert d'herbe), de sphène, d'épidote, de pyrrhotite, de quartz, d'*orthose,* d'*albite,* de calcite et de chlorite, combinés entre eux suivant diverses proportions. Dans les lits intercalés au milieu des calcaires, j'ai observé aussi de l'idocrase, du grenat; les filons coupant le granite renferment souvent de l'allanite; ils sont pauvres en calcite ou en sont dépourvus.

» Dans toutes ces roches, l'axinite est automorphe et aplatie suivant

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 570; 1898.

([2]) Le grenat appartient alors à la variété *pyrénéite.*

([3]) *Comptes rendus,* t. CXV, p. 736; 1892.

p(001), mais la forme de ses cristaux est souvent rendue peu distincte par suite de leur enchevêtrement; elle englobe tous les minéraux colorés, parfois aussi de la calcite et des feldspaths, mais le plus généralement ces derniers éléments, de même que le quartz et la pyrrhotite, lui sont postérieurs; l'amphibole est secondaire et fréquemment contemporaine du quartz.

» Les filons de limurite, traversant le granite, sont mal limités latéralement; il y a passage insensible entre les deux roches par enrichissement mutuel en amphibole et en épidote; la partie centrale du filon est souvent occupée par des géodes de gros cristaux d'axinite ou, tout au moins, par des enchevêtrements miarolitiques à grands éléments de ce minéral.

» Des roches à axinite analogues se rencontrent dans les contacts nord du massif de Néouvielle; dans le ravin d'Ourditz près Barèges, notamment, les calcaires noirs à pyrénéite sont séparés du granite par une zone de plus de 100^{m} d'épaisseur de limurite à grands éléments, dont les lits sont alternativement riches en axinite ou en épidote.

» Dans tous les gisements précités, l'axinite des limurites intercalées au milieu des calcaires est intimement associée à tous les minéraux métamorphiques de ceux-ci. A l'entrée du ravin d'Ourditz, je l'ai même rencontrée en petits cristaux noirs, régulièrement distribués dans les calcaires de la zone à pyrénéite. Or, s'il n'est déjà pas douteux qu'une partie des éléments des calcaires métamorphiques (notamment les alcalis de leurs feldspaths) ait été apportée par les agents minéralisateurs qui ont accompagné la venue du magma granitique, la démonstration devient tout à fait probante quand on considère l'axinite. La composition chimique de ce minéral contenant du bore et du manganèse ne permet pas d'expliquer sa naissance par une simple transformation physique des sédiments normaux; ceux-ci ont eu du reste leur part habituelle d'influence dans la nature des minéraux déterminés par l'action des éléments apportés; c'est évidemment dans leur richesse en chaux et leur pauvreté relative en alumine qu'il faut rechercher la cause de la formation, dans les contacts qui nous occupent, de l'axinite plutôt que de la tourmaline qui est le minéral boré accompagnant généralement les roches granitiques.

» L'intérêt théorique de ces roches à axinite est encore accru par l'intensité grandiose des phénomènes qui leur ont donné naissance. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale de la sédimentation souterraine*. Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Pendant ces dernières années j'ai signalé, à différentes reprises, des localités où, suivant moi, se sont produits des phénomènes que j'ai qualifiés de *sédimentation souterraine*. Il s'agit de la constitution, au-dessous de la surface du sol, et parfois fort au-dessous, de strates parfaitement réglées et pouvant être en concordance avec les masses sous-jacentes comme avec les masses superposées. Suivant moi, un certain nombre d'assises d'argile, de sables, de rognons phosphatés, de débris fossiles comme les *boue-beds* reconnaissent ce mode de formation. Leur âge, comme assises distinctes, ne serait donc pas intermédiaire, comme on le croit généralement, entre celui de la couche qui leur sert de substratum et celui de la couche qui les recouvre, mais postérieur à ce dernier et quelquefois de beaucoup. D'un autre côté, leur nature spéciale n'indiquerait pas, comme on l'a pensé souvent, une constitution exceptionnelle du milieu de sédimentation au moment de leur dépôt, et j'ai fait voir ailleurs que relativement, par exemple, à la théorie des phosphorites sédimentaires, ce résultat présente une grande portée.

» Afin de donner à mes idées sur ce sujet toute la précision désirable, je me suis préoccupé d'imiter expérimentalement les phénomènes que j'avais décrits. Le résultat obtenu paraît assez probant pour que je demande la permission de l'exposer en quelques mots.

» Dans une éprouvette à pied on dispose, sur quelques centimètres de grains de quartz, une couche d'un mélange intime de carbonate de chaux précipité et de fer oxydulé, l'un et l'autre en poussière extrêmement fine : ce mélange est d'un gris très clair. Après l'avoir recouvert de plusieurs centimètres de sable quartzeux on y fait arriver de l'eau très faiblement additionnée d'acide chlorhydrique. Le liquide, après avoir filtré au travers du sable, arrive au contact de la couche grise, dissout le carbonate de chaux et immédiatement on voit apparaître un étroit liséré noir, composé de fer oxydulé débarrassé de la poussière blanche à laquelle il était associé. Peu à peu, ce liséré, qui n'est que la tranche d'une mince couche, va en s'élargissant, et bientôt l'éprouvette montre, sous le sable, une couche noire reposant avec la plus grande régularité sur la couche grise.

» Évidemment, si l'on n'était pas prévenu, on penserait que le chargement de l'éprouvette s'est fait en quatre fois : qu'au-dessus du quartz en grains, on a mis une couche grise, puis une couche noire et enfin le sable quartzeux; que, par conséquent, l'âge de la couche noire est intermédiaire entre ceux de la couche grise et du sable supérieur. Ce serait autant d'erreurs que d'assertions, et je ne crains pas de dire qu'on en commet fréquemment d'analogues en Stratigraphie.

» Pour rapprocher de la nature les conditions de l'expérience, j'ai substitué, dans l'éprouvette, au mélange de carbonate de chaux et de fer oxydulé la poussière obtenue par le broyage du calcaire oolithique de Lorraine. Le résultat a été bien significatif, car, à la partie supérieure de la couche ainsi produite et qui avait été recouverte d'une notable épaisseur de sable quartzeux, il s'est constitué un lit parfaitement réglé d'une argile rougeâtre qui ne semble tout d'abord avoir aucun rapport avec la poussière calcaire. Or, on constate que cette argile est le résidu de la dissolution lente du calcaire; elle se produirait aussi bien par l'action de l'acide carbonique que par celle de l'acide chlorhydrique.

» L'expérience, répétée avec la poussière de la craie brune de Beauval, donne lieu à la production d'un lit de sable phosphaté sous le sable quartzeux et sur la craie non encore altérée, reproduisant la disposition observée dans des gisements naturels très nombreux.

» Enfin, j'ai pu aller plus loin et constituer toute une sédimentation souterraine de la façon suivante : sur la couche inférieure de grains de quartz, on met des lits de carbonate de chaux pur en farine, mélangé successivement : 1° à des paillettes de mica; 2° à des grains de fer oxydulé; 3° à des grains de pyrite de fer; 4° enfin à des grains de pyroxène. Le tout est recouvert de sable quartzeux et l'on fait agir le dissolvant. Après la dissolution du calcaire dans la quatrième couche, on voit se constituer un lit de pyroxène qui représente une petite fraction de l'épaisseur du mélange dont il faisait partie. Puis la couche 3 commence à s'attaquer, et un lit pyriteux se constitue peu à peu; puis c'est le tour de la couche 2 qui donne un lit de fer oxydulé, et enfin la couche 1 se réduit à un lit micacé. Pour que l'expérience réussisse, il faut que le liquide puisse bien circuler, et l'emploi d'une éprouvette à tubulure inférieure est indiqué. On peut, de temps à autre, remplacer le liquide acidulé par de l'eau pure qui entraîne les chlorures formés et prévient l'engorgement des couches.

» A la fin, l'éprouvette rapprochée d'un témoin contraste extrêmement avec lui : au lieu de quatre couches épaisses et grisâtres, fort analogues

entre elles, elle montre, entre les lits quartzeux inférieur et supérieur, quatre lits très minces de substances fort diverses, et il semblerait tout d'abord qu'il n'y a aucun rapport entre les deux ensembles.

» Selon moi, ce résultat s'applique d'une façon tout à fait directe à l'histoire de nombreux terrains qui, d'ordinaire, ont été faussement interprêtés. Non seulement les biefs et les argiles à silex, parfois si compliquées dans leur superposition, s'expliquent ainsi, mais d'autres dépôts et par exemple, comme je compte le démontrer bientôt, ceux des sables du Perche et des masses associées, dans une partie du département de l'Orne. »

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique des terrains secondaires du sud de la Montagne-Noire*. Note de M. **René Nicklès**, présentée par M. Michel Lévy,

« Les lambeaux secondaires et tertiaires de la bordure méridionale de la Montagne-Noire ont été l'objet de divers travaux. En dernier, M. Depéret a fait ressortir l'allure remarquable que présentent, dans la région de Saint-Chinian, ces terrains régulièrement renversés et couchés vers le nord.

» Au cours d'explorations faites sur la feuille de Bédarieux pour le service de la Carte géologique de France (¹), j'ai eu occasion de constater que cette structure se prolonge très nettement au nord-est de la région de Saint-Chinian, bien que présentant une intensité moins grande.

» En suivant de l'ouest à l'est les affleurements du secondaire dans les quelques localités où il n'est pas masqué par le tertiaire, on observe les faits suivants :

» 1° Aux environs de Fouzilhon, le flanc normal supérieur d'un pli couché dans la direction du nord est seul conservé. En suivant la bordure de cette écaille, on peut observer tantôt le toarcien, le charmouthien ou l'infralias reposant sur le trias supérieur (marnes gypsifères du Keuper) qui, presque partout supporte les lambeaux de recouvrement de cette région. Ce fait est particulièrement facile à observer au sud du mas Bastard. Cette zone de chevauchement se poursuit jusque vers Fontès où elle est presque complètement recouverte par le tertiaire.

» 2° Au sud de Péret la direction du ridement dévie vers le nord-ouest et, en se rapprochant de la région de Nébian, on voit les écailles apparaître de nouveau, mais rabat-

---

(1) Je prie M. Michel Lévy d'agréer mes sincères remercîments pour les bienveillants conseils qu'il m'a donnés.

tues non plus vers le nord mais vers le nord-ouest, pour se continuer presque sans interruption jusqu'aux environs de Saint-Jean-de-la-Blaquière, sur une trentaine de kilomètres de longueur.

» Au sud de Nébian, un lambeau de Keuper surmonté par l'infralias vient recouvrir l'infralias; entre Nébian et Liausson les phénomènes se compliquent: trois lambeaux successifs de Keuper, supportant l'infralias, se recouvrent, puis coupent un quatrième lambeau de recouvrement d'une direction différente provenant du faisceau de Mourèze [1].

» Le lambeau que nous suivons depuis Péret l'emporte et continue; en partie masqué par l'épanchement basaltique de Lacoste, il reparaît sur la rive droite du Lergue, au défilé de Rabieux, et redevient très nettement visible au-dessus de la gare de Rabieux. En ce point, le trias paraît être complet, le trias inférieur était représenté; mais un peu plus loin, au nord-nord-est, le Keuper très réduit, surmonté de l'infralias et de toute la série jusqu'au bajocien, repose sans intermédiaire sur le permien. Puis aux environs du pic des Douze Vierges le trias inférieur apparaît de nouveau, présentant, un peu plus loin, sur le permien un fragment du flanc médian renversé, constitué par le trias supérieur (Keuper gypsifère) au-dessous du trias inférieur. Le pic des Douze Vierges n'est que le prolongement latéral de cette écaille dont les couches, non seulement deviennent horizontales, mais plongent même vers l'ouest.

» Plus au nord le plan d'étirement se redresse et paraît se confondre avec la grande faille qui limite le Larzac au sud-est et aboutit au pied méridional de la montagne de la Séranne.

» Dans les diverses parties où les écailles présentent leur plus grande extension, il se produit sur la feuille de Bédarieux un phénomène fréquent: lorsque la direction générale du pli couché a dévié, les lambeaux sont ridés transversalement; nous avons pu l'observer très nettement, M. Depéret et moi, dans la région nord de Cazouls-les-Béziers; j'ai pu également le constater dans les environs de Fouzilhon (entre Trinchée et le moulin de Lergue) et au pic des Douze Vierges près de Saint-Jean-de-la-Blaquière.

» D'une manière générale, il semble probable que le lambeau de Saint-Chinian-Fouzilhon-Gabian ait son prolongement au nord de Montpellier, dans les affleurements secondaires de Saint-Paul, Castelnau et Baillargues, et qu'il se raccorde, en passant sous la vallée du Rhône, avec les plis de

---

(1) Le lambeau de Mourèze, coupé vers Lacoste par la série d'écailles qui vient d'être étudiée, présente lui-même en certains points des lambeaux de recouvrement: au nord-ouest de Mourèze le bajocien vient à plusieurs reprises en contact avec l'infralias, le charmouthien et le toarcien en les recouvrant, le déversement étant orienté sud-sud-est — nord-nord-ouest. Le lambeau qui coupe ce faisceau est déversé vers le nord-ouest, près de Lacoste. L'angle d'intersection est d'environ 40°.

Provence de la région d'Aix. Le lambeau de Bédarieux-Mourèze, d'une direction générale parallèle à celui-ci, paraît devoir lui être rattaché.

» Il semble également probable que la série d'écailles de Rabieux, après avoir coupé ces deux premiers ridements dans les régions de Péret et Clermont-l'Hérault et s'être raccordée avec la faille de la Séranne, se relie avec les accidents des terrains secondaires de la région de Privas, qui se trouvent placés sur son prolongement.

» Les ridements secondaires de la feuille de Bédarieux paraissent indépendants des accidents analogues, signalés par M. Bergeron dans les massifs primaires de la même région. »

PHYSIOLOGIE. — *L'absorption du mercure par les leucocytes* [1]. Note de M. **Henri Stassano**, présentée par M. Brouardel.

« Étudiant le mécanisme intime de l'action physiologique, thérapeutique et toxique des sels solubles de mercure, j'ai été porté à examiner si les leucocytes jouent un rôle prééminent, vis-à-vis des autres éléments de l'organisme, dans l'absorption et l'élimination de ces sels.

» J'ai essayé de déceler au microscope la présence du mercure dans les leucocytes, mais je n'y suis parvenu qu'assez imparfaitement, n'ayant point trouvé une réaction colorée caractéristique. Cependant, observant, à un grossissement moyen de 300^d, la circulation capillaire du poumon d'une grenouille empoisonnée par le sublimé, j'ai remarqué que les leucocytes apparaissent plus rugueux, surtout moins réfringents, lorsqu'on fait arriver dans le torrent circulatoire quelques gouttes d'une solution d'iodure de potassium. Ces légers changements d'aspect et de réfringence des leucocytes trahissent, peut-être, la précipitation de traces infinitésimales d'iodure mercurique dans le protoplasma.

» Par contre, j'ai pu résoudre, de la façon la plus certaine, le problème que je m'étais posé, par l'analyse chimique ordinaire. Pour déterminer si les leucocytes ont une fonction particulière dans l'absorption du sublimé, j'ai pensé qu'il suffirait d'isoler, par la centrifugation du sang, une grande partie de ces cellules et de comparer la quantité du mercure qu'on y rencontrerait avec les quantités de ce même corps que fourniraient les autres éléments (plasma et globules rouges) du sang en expérience.

» Je craignais que les leucocytes, pendant la centrifugation, laissent

---

(1) Travail du laboratoire de Toxicologie de la Préfecture de Police et du laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

échapper, dans la masse totale du sang, une partie du composé mercuriel qu'ils avaient pu fixer dans les vaisseaux. Mais les essais récents de M. Portier, qui a pu, par ce même procédé, constater la présence des oxydases dans les leucocytes, me rassurèrent à cet égard. Néanmoins, je me suis préoccupé, d'une façon toute spéciale, de conserver, par tous les moyens et autant que possible, l'intégrité des leucocytes, dès le commencement de l'expérience, à l'intérieur des vaisseaux, jusqu'à l'achèvement de la séparation artificielle des différents éléments du sang. Pour cette raison, j'ai préféré rendre incoagulable le sang à étudier, au moyen de l'extrait de sangsue, qui a une remarquable action d'excitation sur la vitalité du sang et des leucocytes en particulier, plutôt que par le battage et les agents chimiques qui, au contraire, causent tous une destruction plus ou moins considérable de ces cellules.

» Je me suis assuré, d'ailleurs, par l'expérience, que l'extrait de têtes de sangsues est préférable, pour la recherche dont il s'agit, à l'oxalate neutre de potasse, au fluorure de sodium et surtout à la peptone : relativement à cette dernière substance, l'extrait de sangsue a beaucoup d'autres avantages : il ne fait pas baisser le nombre des leucocytes à l'intérieur de l'organisme; il n'est point toxique; il ne détermine pas d'accoutumance; il agit *in vitro* presque aussi bien que par injection intraveineuse et il est efficace sur tous les animaux de laboratoire.

» De même, j'ai eu soin de ne pas injecter de quantités de sublimé trop massives, pour ne pas provoquer de profondes hypoleucocytoses; j'ai opéré les saignées et la centrifugation du sang, dans la mesure du possible, à l'abri des contaminations microbiennes, pour protéger les leucocytes contre ces autres causes d'altération.

» J'ai contrôlé le procédé opératoire en question, tel qu'il résulte de cet ensemble d'indications, en l'appliquant à la recherche analogue du saccharate de fer, dont l'absorption par les leucocytes est un fait bien acquis, grâce à la belle réaction microchimique du ferrocyanure.

» Dans mes expériences sur la fixation du mercure par les leucocytes, je me suis servi de chiens de très forte taille, auxquels je pouvais injecter des doses considérables de sublimé sans les affaiblir notablement et amener la disparition ou la désagrégation dans le sang d'un grand nombre de leucocytes. Les doses injectées de sublimé ont varié de 5^{mmc} à 10^{mmc} par kilogramme sous la peau, et de 1^{mmc} à 3^{mmc} dans les veines. Une séparation suffisante des éléments du sang a été obtenue avec la turbine dont je disposais, après une moyenne de deux heures de centrifugation. Pour retirer les couches de leucocytes des tubes à centrifugation, on décante, à l'aide d'un siphon, le plasma surnageant, et, ensuite, inclinant le récipient, on

amène la couche blanche près de l'ouverture, où il est facile, soit de la saisir avec une pince, si elle forme une membrane assez résistante, soit de la faire sortir par un petit mouvement rapide de bascule. Bien entendu, dans les deux cas, surtout dans le second, on recueille avec les leucocytes une petite quantité de globules rouges et quelques gouttes de plasma, ce qui n'est pas une cause appréciable d'erreur, puisque la teneur en mercure du plasma et du stroma rouge est absolument minime.

» Si l'on prélève, en effet, du plasma et du stroma rouge en poids égal à celui de la couche des leucocytes et si l'on recherche ensuite le mercure dans les deux échantillons, on ne parvient à déceler la moindre trace de ce métal, ni dans l'un, ni dans l'autre, tandis que, dans la couche des leucocytes, on en trouve toujours une petite quantité, que l'on peut rendre très apparente en la transformant en biiodure de mercure. J'indiquerai ailleurs le mode opératoire que j'ai suivi pour mettre en évidence ces petites quantités de mercure.

» On extrait quelquefois une trace minime de mercure de la quantité totale du plasma qui, sur 1^{lit} de sang, mesure environ 400^{gr}. Avec le stroma rouge entier qui, pour 1^{lit} de sang, atteint à peu près 600^{gr}, on obtient aussi un anneau de mercure, lequel souvent égale et quelquefois dépasse un peu celui de la couche leucocytaire. Mais cette constatation du mercure, en dehors des leucocytes, au moins en apparence, bien loin de contredire le principe de l'affinité exclusive de ceux-ci pour le mercure, ne fait que le confirmer. Car on ne parvient, par la centrifugation, qu'à une séparation tout à fait relative des éléments du sang; on peut, en effet, obtenir aisément une seconde couche de leucocytes, presque aussi épaisse qu'à la première centrifugation, en centrifugeant de nouveau la zone des globules rouges, délayée dans un volume double d'eau physiologique.

» J'ai pu aussi mettre en relief le rôle des leucocytes, dans l'absorption du mercure, par un procédé plus expéditif : à un chien qui vient de recevoir du mercure j'injecte dans le péritoine 300^{gr} à 400^{gr} d'eau physiologique, tiède et parfaitement stérile, ce qui a pour effet d'attirer rapidement dans la cavité abdominale un très grand nombre de leucocytes, qu'il est facile de recueillir à peine trois ou quatre heures après l'injection. Ce résidu varie beaucoup d'un cas à l'autre : le plus souvent il est très abondant, mais certaines fois il n'atteint que quelques centimètres cubes. Dans tous les cas, cependant, ce liquide péritonéal est toujours chargé de mercure et l'anneau de biiodure qu'il donne est infiniment supérieur à celui qui est fourni par un volume égal de sang et dépasse même celui de la masse totale du sang.

» Au début de ces recherches, je provoquais la leucocytose péritonéale par des injections de quelques grammes de bouillon et de sérum : moyen qui ne permet de recueillir de l'exsudation en quantité suffisante que vingt-quatre heures seulement après, au moment de la plus forte hyperleucocytose. J'ai songé aussi à déterminer une accumu-

lation de mercure sous la peau, par la formation d'un abcès, selon le procédé par lequel Charrin et Carnot ont, sans résultat, cherché de fixer le plomb circulant dans le sang. Mais ces procédés doivent être abandonnés, parce que le mercure disparaît de la circulation promptement après l'injection et bien avant qu'il ait pu se former un afflux appréciable de leucocytes dans le péritoine et surtout sous la peau, par les deux artifices en question.

» En résumé, les expériences ci-dessus démontrent nettement que les leucocytes sont les agents exclusifs de l'absorption et du transport, dans la circulation, des composés mercuriels. Cette fonction a été déjà attribuée aux leucocytes, à l'égard des sels solubles de fer et d'argent, par Kobert et les élèves de Dorpat. A son tour, Metchnikoff a pu reconnaître que cette fonction est remplie particulièrement par les leucocytes polynucléaires et mononucléaires, par ces cellules mésodermiques, précisément, auxquelles est dévolue la fonction d'englober et de détruire les microbes : d'où il a été conduit à les envisager, à la fois, comme agents phagocytaires et thérapeutiques. La nature toxique des composés mercuriels, dont j'ai étudié l'absorption et le transport par les leucocytes, donne, ce me semble, à cette fonction un caractère qui corrobore la nouvelle et plus étendue conception du rôle protecteur des leucocytes. »

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 octobre 1898.

Le Vésuve et la Somma, par M. A. de Lapparent. (Extrait de l'*Annuaire du Club alpin français*. 24e volume, 1897.) In-8°.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. Schützenberger. N° 12. 10 octobre 1898. Paris, 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées, sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut et de la Société nationale d'Agriculture, etc. Tome XXIV. N° 10. 25 octobre 1898. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Acta mathematica, Journal rédigé par G. Mittag-Leffler. XXII, 1 et 2. Paris, A. Hermann, 1898; 1 vol. in-4°. (Offert par M. Hermite.)

Les Savants modernes; leur vie et leurs travaux, d'après les documents académiques choisis et abrégés par A. Rebière. Paris, Nony et Cie, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Perrier.)

Les ballons-sondes et les ascensions internationales, par W. de Fonvielle, Secrétaire de la Commission internationale d'Aéronautique. Précédé d'une Introduction par M. Bouquet de la Grye, Membre de l'Institut, Président de la Commission scientifique d'Aérostation de Paris. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Le pain de froment, par M. le Dr Tison, Médecin de l'hôpital Saint-Joseph, etc. Paris, Maloine, 1898; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Brouardel.) (Renvoi à l'examen de MM. Schlœsing, Dehérain et Müntz.)

La rasance des terrains avec le clipsomètre, par le lieutenant d'André, du 100e régiment d'infanterie. Paris, L. Baudouin, 1899; 1 vol. gr. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, etc., *pendant l'année* 1897. Présenté par M. A.-M. Joucla-Pelous, Préfet de la Loire-Inférieure. Nantes, Mellinet et Cie, 1898; 1 vol. in-8°.

The Institution of mechanical engineers. Proceedings. February-April 1898. Nos 1 et 2. 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 octobre 1898.)

Note de M. *H. Wilde,* Sur les positions du tellure et de l'iode, etc.... :

Page 618, ligne 10, *au lieu de* (H2*n*), *lisez* (H3*n*).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 NOVEMBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du lithium-ammonium, du calcium-ammonium et des amidures de lithium et de calcium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Lorsque l'on fait arriver de l'ammoniac liquéfié dans un tube refroidi à — 50° au contact de calcium ou de lithium, on voit se produire une solution d'un bleu intense à reflets mordorés. Cette expérience est donc comparable à l'action de l'ammoniac liquide sur le potassium et le sodium. On sait qu'il se produit, dans ces conditions, des ammoniums métalliques de formule AzH^3K et AzH^3Na (Joannis) qui, à la température et à la pression ordinaires, se dédoublent, en laissant dégager le gaz ammoniac et en régénérant le métal alcalin en beaux cristaux brillants (Seely).

» Cette réaction, indiquée par Weyl ([1]) puis reprise avec détails par l'Américain Seely ([2]), étudiée ensuite au point de vue qualitatif par Gore ([3]), a fourni récemment à M. Joannis ([4]) le sujet de belles recherches dans lesquelles il a établi la formule de ces ammoniums et les réactions très curieuses qu'ils fournissent avec l'oxygène, l'oxyde de carbone, le protoxyde et le bioyde d'azote, les métaux et quelques chlorures.

» Actuellement les chimistes ne sont pas d'accord sur la constitution de ces métaux-ammonium. Quelques-uns, et en particulier M. Joannis, les considèrent comme de véritables combinaisons. D'autres, tels que M. Seely, les regardent comme des solutions de métaux alcalins dans l'ammoniac liquéfié. L'important travail de M. Cady ([5]), qui vient d'établir qu'une solution ammoniacale de sodammonium ne s'électrolyse pas sous l'action du courant et se présente comme un conducteur métallique dont la conductibilité croît avec la quantité de métal alcalin en solution, semble venir à l'appui de cette dernière hypothèse.

» Nous devons ajouter que la limite, qui sépare la dissolution de certaines combinaisons dites *moléculaires*, est tellement indécise, qu'il est toujours possible de discuter longuement sur un semblable sujet. Nous estimons, pour notre part, qu'il est préférable d'apporter de nouveaux faits à cette étude controversée.

» L'étude méthodique des propriétés du calcium nous a conduit, à propos de nos expériences sur l'azoture de calcium, à rechercher quelles étaient les réactions fournies par le calcium en présence de l'ammoniac gazeux et liquéfié.

» Dès nos premiers essais sur l'action de l'ammoniac liquide sur le calcium, nous nous sommes trouvé en présence d'une réaction signalée par M. Joannis à propos du sodammonium ([6]), à savoir : que le métal-ammo-

---

([1]) Weyl, *Annal. Physik. und Chem.*, t. CXXI, p. 601; 1864, et t. CXXIII, p. 350; 1864.

([2]) Seely, *Chemical news*, t. XXIII, p. 169.

([3]) Gore, *Proceedings Roy. Soc.*, t. XX, p. 441; 1872; t. XXI, p. 140; 1873, et *Philosophical Mag.*, t. XLIV, p. 315; 1872.

([4]) Joannis, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 900, 965; t. CX, p. 238; t. CXII, p. 337, 392; t. CXIII, p. 795; t. CXIV, p. 585; t. CXVI, p. 1370, 1518; t. CXVII, p. 713, 1149.

([5]) Cady, *Phys. Chem.*, t. I, p. 707; 1897.

([6]) Joannis, *Sur l'amidure de sodium et sur un chlorure de disodammonium* (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 392; 1891).

nium se décompose lentement à la température ordinaire en produisant un amidure et de l'hydrogène : $AzH^3Na = AzH^2Na + H$.

» Voulant de plus, dès le début de ces expériences, nous rendre compte de la température limite à laquelle les ammoniums alcalins peuvent se former, nous avons opéré, dans la même expérience, sur les quatre métaux suivants : potassium, sodium, lithium et calcium. En généralisant cette expérience, nous comptions rendre les résultats plus probants.

» Chaque métal, dont la surface était bien brillante, était disposé dans un tube de verre en U dont une branche était effilée et dont l'autre branche recourbée était mise en communication avec un appareil producteur de gaz ammoniac. Ce dernier était séché sur de la potasse fondue, puis sur de la tournure de sodium.

» Au moyen de quatre tubes de verre soudés sur le tube abducteur, le même courant de gaz ammoniac traversait en même temps les quatre tubes en U qui pouvaient être maintenus à une température fixe dans un bain-marie. Un robinet de verre permettait d'augmenter ou de diminuer la vitesse du courant. Le bain-marie était formé par un verre de Bohême rempli d'eau qui nous donnait facilement une température constante comprise entre 100° et 0°. Pour les températures inférieures, on remplaçait l'eau par de l'acétone, dont on pouvait diminuer progressivement la température en y ajoutant des fragments d'acide carbonique solide. On descendait ainsi de 0° à — 75°, point de solidification du gaz ammoniac.

» Dans cette recherche, nous opérions donc à la pression atmosphérique, et nous ne faisions varier que la température.

» Nous avons obtenu les résultats suivants :

Le lithium s'attaque à	+70°	liquéfaction
Le calcium s'attaque à	+20	sans liquéfaction
Le potassium s'attaque à	— 2	liquéfaction
Le sodium s'attaque à	—20	liquéfaction

» Cette expérience établit d'abord que les quatre métaux se combinent au gaz ammoniac. Il va de soi que les températures obtenues seront les limites supérieures d'attaque de ces métaux. Ces chiffres représentent aussi les températures de décomposition des métaux-ammonium à la pression ordinaire dans un courant de gaz ammoniac. Nous avons, en effet, réalisé l'expérience inverse qui consiste à préparer le métal-ammonium par l'ammoniac liquide, puis à élever lentement sa température. On reconnaît qu'à — 20° le sodammonium se détruit en donnant l'ammoniac et le

métal; la même décomposition se passe à — 2° pour le potassammonium, et nous reconnaissons de suite que le calcium-ammonium et le lithium-ammonium seront des composés stables à la température et à la pression ordinaires. Ces deux métaux-ammonium seront donc beaucoup plus maniables que le potassammonium et le sodammonium.

» D'un autre côté, nous nous sommes assuré que, à cette même pression atmosphérique, l'ammoniac solide à — 80° n'attaquait pas nos quatre métaux, mais qu'aussitôt que la liquéfaction se produisait le métal-ammonium prenait naissance et qu'en raison de la chaleur dégagée par la réaction l'attaque s'accélérait.

» Nous ajouterons encore que, dans une expérience rapide, on peut produire avec facilité le métal-ammonium à la pression ordinaire et régénérer le métal libre cristallisé, sans qu'il se produise d'amidure si l'on ne dépasse pas les températures limites que nous avons indiquées.

» *Lithium-ammonium* (¹). — Le lithium employé dans ces recherches a été préparé par l'élégante méthode de M. Güntz. Les premières expériences, entreprises sur ce nouveau composé, ont été faites avec un échantillon de lithium que M. Güntz avait eu l'obligeance de mettre à notre disposition. Nous tenons à lui en adresser tous nos remercîments.

» Le lithium, bien brillant, est placé dans un tube en U maintenu à la température du laboratoire. Cet appareil est traversé par un courant de gaz ammoniac sec. Dès que le courant gazeux pénètre dans le tube, le lithium prend une teinte mordorée et il ne tarde pas à se liquéfier avec un dégagement de chaleur sensible. Il se produit un liquide à reflets mordorés qui grimpe avec facilité dans le tube et qui continue à fixer de l'ammoniaque. Quand l'absorption a cessé, on arrête le courant d'ammoniac et l'on porte le tube en U à la température de + 70°. Cette dernière partie de la préparation doit être faite très rapidement, afin d'éviter la transformation du lithium-ammonium en amidure (²). Dans ces conditions, l'excès d'ammoniac se dégage et il reste un corps solide, de couleur mordorée, prenant feu au contact de l'air.

» Si l'on place le lithium dans l'ammoniac liquide et qu'on laisse le tube revenir lentement à la température ordinaire, le liquide bleu foncé qui

(¹) Seely a démontré que le lithium donnait avec l'ammoniac liquéfié une solution bleue, mais qu'il était moins soluble dans ce liquide que le sodium ou le potassium.

(²) Un échantillon de lithium-ammonium maintenu trois heures entre + 65° et + 70° était complètement transformé en amidure.

s'est produit tout d'abord s'épaissit de plus en plus et prend une belle teinte mordorée. Après vingt-quatre heures sous la pression atmosphérique, le contenu du tube présente une composition sensiblement constante. Nous avons trouvé les teneurs suivantes : AzH^3 pour 100, 89,04; 87,00; 88,72 et 88,37. Ces chiffres correspondent à la formule $(AzH^3)^3Li$ qui exigerait AzH^3 : 87,93. Ce corps peut être considéré comme une solution saturée de gaz ammoniac ou comme le composé AzH^3Li, $2AzH^3$ retenant un léger excès d'ammoniac en raison de sa viscosité.

» Du reste, si l'on fait agir le gaz ammoniac sur le lithium à la température ordinaire, on obtient toujours un produit visqueux dont la composition jusqu'à +70° donne une teneur en ammoniac supérieure à celle qu'exigerait la formule AzH^3Li.

» Pour établir la composition du lithium-ammonium solide, nous avons poursuivi deux séries d'expériences. Dans la première, nous avons fait la synthèse du lithium-ammonium. Nous sommes parti d'un poids déterminé de lithium et nous avons pesé l'ammoniac fixé sur le métal. C'est ainsi qu'ont été faites les expériences 1 et 2. Au contraire, les analyses 3 et 4 ont été obtenues en préparant le lithium-ammonium ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, et en dosant l'ammoniac par la méthode de Schlœsing.

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour AzH^3Li.
Lithium	28,07	28,40	28,72	28,82	29,16
Ammoniac.........	71,93	71,60	71,28	71,18	70,83

» Ces analyses nous ont fourni en ammoniac et en lithium des nombres très voisins de ceux exigés par la formule AzH^3Li. Nous les avons vérifiés en employant la méthode de M. Joannis, pour l'analyse des métaux-ammonium, avec cette différence que nous opérions à une pression toujours inférieure à la pression atmosphérique, la tension de dissociation du lithium-ammonium et la tension de sa solution saturée étant inférieures à cette pression, à la température ordinaire. Nous avons préparé un tube de lithium-ammonium en solution dans l'ammoniac, en partant d'un poids connu de métal. Nous avons enlevé l'excès d'ammoniac à + 17° au moyen d'une pompe à mercure, jusqu'à apparition à la partie supérieure d'un anneau de métal libre. Le tube a été fermé puis pesé. Dans ces conditions, ce petit appareil renfermait encore un léger excès de gaz ammoniac et l'anneau a repris rapidement une teinte mordorée. On a fait à nouveau le vide jusqu'à réapparition de l'anneau métallique, puis on a encore pesé.

En répétant une troisième fois cette expérience l'anneau de lithium est resté permanent. Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	AzH^3 pour 100.
Anneau non persistant	74,10
» »	72,60
» persistant	69,12

Cette expérience correspond bien à la formule AzH^3Li.

» Le lithium-ammonium se décompose au contact de l'eau en donnant de l'ammoniac, de la lithine et de l'hydrogène.

$$AzH^3Li + H^2O = AzH^3 + LiOH + H.$$

» Il est beaucoup moins soluble dans l'ammoniac liquide que le sodammonium.

» La solution ammoniacale de ce métal-ammonium fournit des réactions importantes avec les dissolutions ammoniacales d'un certain nombre de corps simples tels que le soufre ([1]), le phosphore et l'iode. Nous en poursuivons l'étude.

» Le lithium-ammonium, en solution ammoniacale, avec ou sans pression, se transforme lentement à la température ordinaire et beaucoup plus rapidement de $+65°$ à $+80°$ en amidure de lithium. On obtient, dans cette décomposition, des cristaux brillants, transparents d'amidure, très peu solubles dans l'ammoniac liquéfié, décomposables par l'eau et donnant à l'analyse les chiffres suivants : lithium 29,67; 30,62 et ammoniac 68,90; 69,30. La théorie indique : Li 30,43 et AzH^3 69,56 pour AzH^2Li.

» Lorsque l'on soumet à l'action du vide le lithium-ammonium solide et cristallisé à une température comprise entre $+50°$ et $+60°$ l'ammoniac se dégage et il reste du lithium cristallisé. Au contraire, si l'on fait le vide lentement, sur un échantillon de lithium-ammonium à la température ordinaire, il se décompose, et, dans ce cas, il reste un mélange de métal et d'amidure de lithium.

» *Calcium-ammonium.* — Le calcium cristallisé est disposé dans un tube en U comme précédemment et maintenu à une température de $+15°$. On

---

([1]) A propos du soufre, nous ferons remarquer que ce métalloïde fournit avec l'ammoniac liquide une solution de sulfammonium dichroïque, rouge foncé, que nous décrirons dans une prochaine Communication.

fait arriver sur le métal un courant de gaz sec à la température ordinaire, et l'on voit aussitôt chaque cristal de calcium prendre une teinte d'un beau jaune mordoré et augmenter de volume. Au moment où le gaz ammoniac arrive au contact du calcium, la température s'élève, et il est bon de modérer la vitesse du courant gazeux. A une température comprise entre $+15^\circ$ et $+20^\circ$, il ne se produit qu'une combinaison solide et l'on n'observe pas la liquéfaction en présence du gaz ammoniac, que fournissent les métaux alcalins [1].

» Le calcium-ammonium prend feu, lui aussi, au contact de l'air. Cette réaction peut même fournir une très belle expérience de cours. On place dans un tube en U des cristaux de calcium et l'on fait arriver dans l'appareil, à la température ordinaire, un courant de gaz ammoniac. Au début de l'expérience, le courant doit être assez lent. La transformation du métal en calcium-ammonium se produit avec facilité. On augmente alors brusquement la vitesse du courant qui entraîne dans l'air les parcelles de calcium-ammonium qui prennent feu et brûlent avec un vif éclat.

» Le calcium-ammonium mis en présence d'ammoniac liquide ne tarde pas à donner une masse pâteuse en fixant de l'ammoniac. Ce composé est d'ailleurs très peu soluble dans l'ammoniac liquéfié. Le liquide surnageant est coloré en bleu pâle et ne renferme que des traces de calcium.

» Le calcium-ammonium, de couleur plus bronzée que le lithium-ammonium, se décompose peu à peu à la température ordinaire, soit seul, soit en présence d'un excès d'ammoniac liquéfié. Il fournit des cristaux transparents d'amidure en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène et de l'ammoniac. Ces cristaux [2] répondent à la formule $(AzH^2)^2Ca$.

» Ce calcium-ammonium est un corps à réactions très énergiques, dont nous poursuivons l'étude.

» *Composition du calcium-ammonium.* — Les méthodes analytiques employées sont semblables à celles que nous avons indiquées à propos du lithium-ammonium. Les déterminations 1, 2 et 3 ont été faites par synthèse, en pesant d'une part le calcium et d'autre part le gaz ammoniac fixé. L'analyse n° 4 a été exécutée en prenant un poids donné de calcium-

---

(1) Dans cette préparation, si l'on opère à une température plus basse (vers 0° par exemple) le calcium-ammonium solide fixe du gaz ammoniac et devient pâteux.

(2) $Ca = 56,31$ et $55,96$, $Az = 37,78$ et $38,14$; Théorie : $Ca = 55,55$; $Az = 38,88$ et $H = 5,55$.

ammonium et en dosant le métal et l'ammoniac :

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour $(AzH^3)^4Ca$.
Calcium.......	37,04	37,60	37,41	62,96	37,44
Ammoniac.....	62,96	62,40	62,59	62,56	37,03

» Pour bien démontrer que la formule du corps solide renferme plus de deux molécules d'ammoniac nous choisirons parmi les mesures nombreuses exécutées sur ce sujet l'expérience suivante : Un poids de calcium de 0^{gr},186 a été placé dans un tube en U taré, traversé par un courant de gaz ammoniac à + 15° Les cristaux ont pris un ton mordoré, particulièrement du côté de l'arrivée du gaz. L'expérience a été arrêtée avant que la transformation du calcium fût complète et quand il existait encore nettement des cristaux de métal non altérés. Le produit était solide et il avait fixé 0^{gr},265 d'ammoniac, ce qui correspond à une teneur de 58,73 pour 100. $(AzH^3)^2Ca$ exigerait 45,94 pour 100.

» Les chiffres que nous avons obtenus dans les analyses précédentes correspondent donc à la formule brute $(AzH^3)^4Ca$.

» On peut dans ce cas considérer le calcium comme tétratomique ou bien donner au calcium-ammonium la formule $(AzH^3)^2Ca + 2AzH^3$ dans laquelle ce métal conserve sa diatomicité.

» Cette dernière hypothèse nous semble moins admissible, étant données les expériences que nous avons poursuivies en faisant varier la pression et la température et qui ne nous ont jamais fourni de composé intermédiaire à 2 molécules d'ammoniac.

» *Conclusions.* — Le potassium, le sodium, le lithium et le calcium se combinent au gaz ammoniac, et les ammoniums formés se dédoublent à la pression ordinaire aux températures de + 70° pour le lithium, + 20° pour le calcium, — 2° pour le potassium et — 20° pour le sodium. Les ammoniums du lithium et du calcium prennent feu au contact de l'air, à la température ordinaire, et répondent aux formules AzH^3Li et $(AzH^3)^4Ca$.

» Ces deux composés ne sont pas dissociables à la température et à la pression ordinaires dans le gaz ammoniac ; ce sont des combinaisons stables qui se prêtent plus facilement que les ammoniums alcalins à des réactions d'addition et de substitution. »

Observations de M. **H. Moissan** *à la suite de la Communication précédente.*

« J'ai reçu ce matin, lundi 7 novembre, une lettre de M. Güntz, professeur à l'Université de Nancy, dans laquelle il est question des métaux ammoniums. Au reçu de cette lettre ma Note était rédigée et prête à être publiée. Je tiens, en présentant mes recherches à l'Académie, à indiquer les points qui peuvent être communs dans l'étude de M. Güntz et dans ma publication, et je demande à M. le Président de bien vouloir faire insérer aux *Comptes rendus* les passages suivants de sa lettre, dans lesquels il traite du lithium et du calcium-ammonium :

» En lisant aux *Comptes rendus* votre dernière Note si intéressante sur les propriétés du calcium, j'ai vu que vous comptiez bientôt vous occuper de $Ca(AzH^3)^2$; je voudrais vous faire part de mes travaux sur ce point. En poursuivant quelques recherches sur le lithium-ammonium $LiAzH^3$ que je compte publier bientôt, j'ai préparé également son analogue, le calcium-ammonium, en épuisant par AzH^3 liquide le calcium que l'on obtient par la réduction de CaO par Mg. J'ai obtenu ainsi un liquide mordoré ressemblant aux autres ammoniums et laissant par évaporation un enduit métallique de calcium. Lorsque vous avez publié votre première Note sur le calcium j'ai immédiatement envoyé à M. Berthelot, pour prendre date, un pli cacheté à l'Institut, contenant l'énoncé de ce fait ainsi que quelques recherches commencées sur le baryum. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Note préliminaire sur la présence de l'hydrogène libre dans l'air atmosphérique;* par M. **Armand Gautier.**

« On sait que depuis longtemps Boussingault a signalé dans l'air une très petite proportion de gaz combustibles carbonés. Au cours d'une longue suite de recherches que je viens de faire à ce sujet, j'ai été frappé de la variabilité de ces gaz, et je suis arrivé à penser qu'ils proviennent surtout des fermentations ou exhalaisons du sol et des combustions de nos foyers. Dans cette hypothèse, s'ils sont, le plus souvent, relativement abondants dans les villes, ils doivent diminuer beaucoup à la campagne et disparaître en grande partie dans les lieux rocheux ou à la mer. C'est ce que j'ai observé, en effet : l'air des hautes montagnes, et surtout de la pleine mer, ne contient qu'une trace de composés carbonés combustibles. Ils sont en

quantité si faible à la mer, que 100 litres de l'air du large préalablement privé d'acide carbonique, lorsqu'ils passent ensuite sur une colonne de 25^{cm} d'oxyde de cuivre chauffé au rouge, ne donnent pas au delà de $0^{gr},0001$ d'acide carbonique résultant de la combustion des gaz carbonés.

» Mais en revanche, j'ai constaté que l'air de ces régions, et d'une manière plus générale l'air pur, contient toujours une petite proportion d'hydrogène libre, proportion assez constante, qui est de 11 à 18 cent. cubes par 100 litres d'air calculé sec à 0° et 760^{mm}; soit, à peu près, 1,5 dix-millième en volume. L'hydrogène libre fait donc partie des éléments de l'atmosphère; son volume est à peu près égal à la moitié de celui de l'acide carbonique de l'air correspondant.

» Dès que mes calculs seront terminés, je m'empresserai de faire part à l'Académie des résultats complets de ces expériences. »

ARITHMÉTIQUE. — *Rapprochements entre les procédés de Lagrange et de Gauss pour la résolution en nombres entiers des équations indéterminées du second degré*. Note de M. **DE JONQUIÈRES**.

« I. Si l'on compare attentivement les méthodes, en apparence dissemblables, de Lagrange et de Gauss pour résoudre le problème dont il s'agit, on acquiert la conviction : que les procédés dont ces grands géomètres font usage diffèrent entre eux beaucoup moins qu'il ne semble; que les mêmes quantités auxiliaires entrent dans leurs formules; que le fond et l'enchaînement des idées y sont, à peu d'exceptions près, les mêmes; qu'enfin, c'est surtout par les appellations et les notations qu'ils se distinguent l'un de l'autre.

» Pour s'en assurer, il suffit de prendre comme exemple numérique [1]

---

[1] Au lieu d'un exemple numérique, on pourrait aussi aisément raisonner sur les formules algébriques qui se présentent, au début de cette théorie, dans l'exposé qu'en fait Legendre aux Chapitres V et IX de la première partie de sa *Théorie des nombres*, savoir $x_n = \frac{\sqrt{D}+I}{\Delta}$, $x_{n+1} = \frac{\sqrt{D}+I'}{\Delta'}$, qui expriment deux quotients complets consécutifs, avec $\mu = \frac{I+I'}{\Delta}$, $\Delta' = \frac{D-I'}{\Delta}$, en y écrivant D au lieu de A, et Δ, Δ' au lieu de D et D' afin de réserver à la lettre D la signification que Gauss lui attribue.

Il suffit, en effet, de comparer les significations que Lagrange attribue aux lettres

le déterminant positif $D = 79$, choisi par Gauss comme application de sa méthode dans le n° 187 des *Disquisitiones* et les suivants, et, en particulier, la période des six formes réduites contiguës de la *troisième classe,* qui en dérive (avec d'autres), savoir

$$\text{(E)}\quad (3,8,-5),\ (-5,7,6),\ (6,5,-9),\ (-9,4,7),\ (7,3,-10),\ (-10,7,3),$$

en y joignant le Tableau des coefficients transformateurs, écrit à la fin du n° 188, et en prenant $(3, 8, -5)$ pour réduite *initiale*.

» Alors, si l'on procède du même point de départ, et qu'on cherche par la méthode des fractions continues de Lagrange la valeur, de plus en plus approchée, de la quantité $M = \frac{\sqrt{79}+8}{5}$ (d'où se déduira celle de $\sqrt{79}$), on obtient le Tableau ci-après, d'où les intercalaires non indispensables ont été exclus pour plus de simplicité.

$$\text{(F)}\left\{\begin{array}{llll}
\frac{\sqrt{79}+8}{5} = 3 + \frac{\sqrt{79}-7}{5} = \ldots; & \ldots, & \frac{\sqrt{79}+7}{6} = 2 + \frac{\sqrt{79}-5}{6} = \ldots; & \ldots, \\
\frac{\sqrt{79}+5}{9} = 1 + \frac{\sqrt{79}-4}{9} = \ldots; & & & \\
\frac{\sqrt{79}+4}{7} = 1 + \frac{\sqrt{79}-3}{7} = \ldots; & \ldots, & \frac{\sqrt{79}+3}{10} = 1 + \frac{\sqrt{79}-7}{10} = \ldots; & \ldots, \\
\frac{\sqrt{79}+7}{3} = 5 + \frac{\sqrt{79}-8}{3} = \ldots; & \ldots, & \frac{\sqrt{79}+8}{5} = 3 + \ldots; &
\end{array}\right.$$

la série de ces six quotients complets fractionnaires, et celle des quotients incomplets entiers 3, 2, 1, 1, 1, 5, se reproduisant, ainsi que les restes, indéfiniment dans le même ordre.

» II. En comparant les deux suites (E), (F), on remarque que chaque quotient complet de (F) contient, au numérateur, un terme entier positif qui est précisément le terme moyen b de la réduite correspondante du Tableau (E), et, au dénominateur, le nombre qui, abstraction faite du signe, est le troisième terme c de cette réduite. Comme le premier terme a de celle-ci est égal à $\frac{D-b^2}{c}$, il s'ensuit que toutes les réduites du Tableau (E)

Δ, I, Δ', I', μ avec celles qui, dans le livre de Gauss, appartiennent respectivement à c, b, c', b', h pour constater qu'elles sont identiques.

Toutefois, il m'a paru que les faits sur lesquels je désire attirer l'attention seraient peut-être moins frappants qu'en opérant sur des nombres, sans être mieux prouvés.

peuvent être écrites à la seule inspection du Tableau (F), même en y donnant aux termes extrêmes les signes qui leur conviennent, puisqu'on sait que a et c ont toujours des signes contraires, et que $a_{i+1} = c_i$ en valeur numérique et en signe.

» On remarque, en outre, en consultant le Tableau final du n° 188 des *Disq.*, que les quotients désignés chez Gauss par la lettre h, et tels qu'on ait $h_i = \dfrac{b_{i-1} + b_i}{a_i}$, qui sont les éléments fondamentaux des suites récurrentes α, β, γ, δ de ce Tableau (bien qu'ils n'y soient point écrits), ne sont autre chose que les quotients entiers partiels de Lagrange, d'où il s'ensuit, comme le P. Pépin avait bien voulu me le signaler, que les *réduites* de Gauss ne diffèrent pas des *transformées* de Lagrange. Je reviendrai tout à l'heure sur ce point avec plus de détails, mais je veux auparavant faire voir que le rapprochement des deux procédés est encore plus intime que ne l'indiquent les remarques précédentes.

» En effet, si l'on forme, avec Lagrange, le Tableau des fractions convergentes vers M, savoir :

Quotients entiers incomplets.	3;	2,	1,	1,	1,	5,	3;	2,	1,	1,	1,	5,	3;	...,
Fractions convergentes vers $\frac{1}{5}(\sqrt{79} + 8)$.	$\frac{1}{0}$;	$\frac{3}{1}$,	$\frac{7}{2}$,	$\frac{10}{3}$,	$\frac{17}{5}$,	$\frac{27}{8}$,	$\frac{152}{45}$;	$\frac{483}{143}$,	$\frac{1118}{331}$,	$\frac{1601}{474}$,	$\frac{2719}{805}$,	$\frac{4320}{1279}$,	$\frac{24319}{7200}$;	...,

on constate que les numérateurs de ces fractions ne sont, dans le même ordre, que les coefficients δ du Tableau de Gauss, tandis que les dénominateurs sont les coefficients β du Tableau; ou bien, si on y lit une ligne plus bas, les coefficients γ et α de ce même Tableau, respectivement. Cette identité n'a rien qui doive surprendre : elle résulte, en effet, de ce que les deux termes initiaux des suites récurrentes, formées, d'une part, par les numérateurs et les dénominateurs de ces fractions convergentes, et, d'autre part, par les coefficients δ, β (ou γ, α), sont les mêmes, respectivement, tandis que l'échelle de relation, *à degrés variables*, est aussi la même pour les unes et pour les autres, puisqu'elle n'est autre chez Gauss que la série des quantités h, identique à celle des quotients μ de Lagrange.

» En résumé, *on peut lire les réduites de Gauss et tous les nombres figurant sur son Tableau de transformation dans les quotients complets de Lagrange et dans les deux termes de ses fractions convergentes, et inversement;* ce qui, *pour l'objet spécial dont il s'agit,* rapproche singulièrement les deux méthodes et, que je sache, n'avait pas encore été signalé.

» Un second exemple, où le déterminant positif D est choisi parmi

ceux qui rendent possible la solution en nombres entiers de l'équation $t^2 - Du^2 = -1$, donne lieu, par ce fait, à de nouvelles observations.

» Soit $D = 29$, et, comme forme initiale, $F = (-29, 0, 1)$, immédiatement suivie de la réduite contiguë $f_1 = (1, 5, -4)$. Dans ces conditions, les deux méthodes fournissent les Tableaux ci-après, dont la juxtaposition rend les comparaisons plus saisissantes :

Méthode de Gauss (avec F comme point de départ).						*Méthode de Lagrange.*	
Réduites.	h.	α.	β.	γ.	δ.	Quotients complets.	Transformées [1].
$F = -29, 0, 1$		1	0	0	1	$x = \frac{\sqrt{29}}{1} = 5 + \ldots$	1, 0, −29
....	....	.	.	.	.	....	....
$f_1 = 1, 5, -4$	5	0	−1	1	5	$x_1 = \frac{\sqrt{29}+5}{4} = 2 + \ldots$	−4, −10, 1
$f_2 = -4, 3, 5$	−2	−1	2	5	−11	$x_2 = \frac{\sqrt{29}+3}{5} = 1 + \ldots$	5, 6, −4
$f_3 = 5, 2, -5$	1	2	3	−11	−16	$x_3 = \frac{\sqrt{29}+2}{5} = 1 + \ldots$	−5, −4, 5
$f_4 = -5, 3, 4$	−1	3	−5	−16	27	$x_4 = \frac{\sqrt{29}+3}{4} = 2 + \ldots$	4, 6, −5
$f_5 = 4, 5, -1$	2	−5	−13	27	70	$x_5 = \frac{\sqrt{29}+5}{1} = 10 + \ldots$	−1, −10, 4
....	....	.....	.....	..	..	....	....
$f_6 = -1, 5, 4$	−10	−13	135	70	−727	$x_6 = \frac{\sqrt{29}+5}{4} = 2 + \ldots$	4, 10, −1
$f_7 = 4, 3, -5$	2	135	283	−727	−1524	$x_7 = \frac{\sqrt{29}+3}{5} = 1 + \ldots$	−5, −6, 4
$f_8 = -5, 2, 5$	−1	283	−418	−1524	2251	$x_8 = \frac{\sqrt{29}+2}{5} = 1 + \ldots$	5, 4, −5
$f_9 = 5, 4, -4$	1	−418	−701	2251	3775	$x_9 = \frac{\sqrt{29}+3}{4} = 2 + \ldots$	−4, −6, 5
$f_{10} = -4, 5, 1$	−2	−701	1820	3775	−9801	$x_{10} = \frac{\sqrt{29}+5}{1} = 10 + \ldots$	1, 10, −4
....	....	.....	....	....	......	....	....
$f_{11} = 1, 5, -4$	10	1820	18901	−9801	101785	$x_{11} = \frac{\sqrt{29}+5}{4} = 2 + \ldots$	−4, 10, 1
....	....	....	.....	......	......	....	....

» On constate d'abord sur ces Tableaux, selon la remarque du P. Pépin, que les termes extrêmes des transformées de Lagrange, étant lus de droite à gauche, reproduisent identiquement, comme valeurs et signes, les termes extrêmes des réduites de Gauss, tandis que leurs termes moyens, étant

(1) Les transformées de Lagrange ont été écrites dans ce Tableau, après avoir été (comme les réduites de Gauss) débarrassées du cortège, inutilement encombrant, des indéterminées x^2, xy, y^2; la comparaison est ainsi plus prompte.

divisés par 2 et pris positivement, reproduisent les termes moyens de ces réduites.

» Actuellement, écrivons les fractions convergentes (de Lagrange) vers M, qui n'est autre ici que $\sqrt{29}$; on a

$$\frac{1}{0};\ \frac{5}{1},\ \frac{11}{2},\ \frac{16}{3},\ \frac{27}{5},\ \frac{70}{13};\ \frac{727}{135},\ \frac{1524}{283},\ \frac{2251}{418},\ \frac{3775}{701},\ \frac{9801}{1820};\ \ldots.$$

» On y voit que les coefficients $\delta_5 = 70$, $\beta_5 = 13$, qui correspondent à la cinquième réduite de Gauss, c'est-à-dire à celle qui termine sa première demi-période (après laquelle les mêmes réduites reparaissent dans le même ordre avec un simple changement de signe dans les termes extrêmes), sont, respectivement, les valeurs de t et u qui satisfont à l'équation indéterminée $t^2 - 29u^2 = -1$ (à cause du rang *impair* qu'ils occupent dans la série et qui y marque le terme de la période de Lagrange), tandis que les coefficients $\delta_{10} = 9801$ et $\beta_{10} = 1820$, qui apparaissent au bout de la période complète de Gauss et de la deuxième période de Lagrange, satisfont à l'équation $t^2 - Du^2 = +1$, et ainsi de suite indéfiniment.

» On peut tirer de cette simple remarque une nouvelle démonstration des propositions qui ont fait l'objet de ma dernière Communication (séance du 24 octobre); mais elle serait ici superflue après celle que j'en ai donnée.

» III. Ce dernier exemple montre que, si l'on prend pour point de départ la forme $F = (-D, 0, 1)$, les procédés de Lagrange et de Gauss ne diffèrent entre eux, ni par les détails, ni par les résultats. Mais comme Gauss n'admet pas, même pour cette fonction initiale, les formes à terme moyen nul ([1]), il reste à montrer ce qui arrive lorsque ce point de départ est une forme, réduite au sens de Gauss, autre que celle-là.

» Déjà nous savons (I) que les deux méthodes reviennent alors au même, s'il ne s'agit que d'approcher indéfiniment de la valeur de M et, par suite, de $\sqrt{D}$. Mais, en ce qui concerne la recherche des solutions des équations $t^2 - Du^2 = \pm 1$, on pourrait croire, au premier abord, que celle de Gauss a l'avantage, à cause des facilités que procurent les formules (13), (14) et (18) à (21) du n° 162 des *Disquisitiones* pour obtenir le résultat qu'on cherche alors. Toutefois, ce n'est là qu'une apparence; les fractions convergentes de Lagrange se prêtent, par leurs deux termes, au même office que les coefficients α, β, γ, δ de Gauss, et avec non moins de facilité. Si l'on est d'abord porté à croire le contraire, c'est peut-être parce que les

---

([1]) J'en ai dit les raisons probables dans une précédente Communication.

auteurs, à l'imitation de Legendre (qui s'est borné à ce cas unique dans l'exposition qu'il a faite de la méthode de Lagrange), ont coutume de prendre $\sqrt{D}$ comme point de départ du calcul par les fractions continues, et non l'un des quotients complets ultérieurs $\frac{\sqrt{D}+I}{\Delta}$. Cependant rien ne s'oppose à ce que l'un quelconque de ceux-ci serve de point de départ : la période des quotients partiels et entiers μ y reste composée des mêmes nombres, se succédant dans le même ordre indéfiniment, et c'est encore la fraction convergente correspondant à chaque réapparition périodique du premier d'entre eux, qui fournit, par ses deux termes, les valeurs respectives de t et u par lesquelles l'une ou l'autre des équations

$$t^2 - Du^2 = \pm 1,$$

selon le cas, est satisfaite. D'ailleurs, si l'on désigne généralement l'une de ces fractions par $\frac{\delta_i}{\beta_i}$, on a

$$u = \mp \frac{\beta_i}{c}, \qquad t = \pm \delta_i - b\frac{\beta_i}{c} = \delta_i - bu,$$

dans les notations de Gauss et en vertu des équations (20) et (23) de l'article 162, ou bien

$$u = \frac{\beta_i}{\Delta}, \qquad t = \delta_i - \frac{I\beta_i}{\Delta} = \delta_i - Iu$$

dans les notations de Lagrange et d'après ses principes, comme on le démontre sans difficulté, les lettres Δ et I ayant les mêmes significations que ci-dessus (I, au *nota*); les signes supérieurs de β_i et δ_i conviennent à l'équation

$$t^2 - Du^2 = +1,$$

et les signes inférieurs à l'équation

$$t^2 - Du^2 = -1.$$

» *Exemple.* — Soient $f = (5, 2, -5)$ et $D = 29$. Les fractions de Lagrange convergent alors vers $M = \frac{\sqrt{29}+2}{5}$. Quant aux coefficients-transformateurs de Gauss, ils donnent, aux cinquième et dixième rangs,

$$\beta_5 = 65, \qquad \delta_5 = -96, \qquad \beta_{10} = -9100, \qquad \delta_{10} = -13441.$$

Donc, d'après (I), les fractions convergentes de Lagrange sont $\frac{96}{65}$ et $\frac{13441}{9100}$,

respectivement. On en déduit celles qui convergent vers $\sqrt{29}$ en écrivant, comme il vient d'être dit,

$$\varphi_5 = \frac{96 - \frac{1}{5}(65.2)}{\frac{1}{5}.65} = \frac{70}{13}, \quad \text{d'où} \quad \overline{70}^2 - 29.\overline{13}^2 = -1;$$

$$\varphi_{10} = \frac{13441 - \frac{1}{5}9100.2}{\frac{1}{5}.9100} = \frac{9801}{1820}, \quad \text{d'où} \quad \overline{9801}^2 - 29.\overline{1820}^2 = +1.$$

» IV. On voit combien il existe de points de contact entre les deux méthodes, tant qu'il ne s'agit que de la résolution des équations indéterminées du second degré. Gauss, parlant de celle de son illustre devancier dans le n° 222 des *Disquisitiones,* a dit lui-même : *quæ nihil hoc respectu desiderendum relinquit*. Quant au parti qu'il a si brillamment tiré des principes et des notations qui lui sont propres, dans la IIe Partie de la célèbre section V de son Ouvrage, consacrée à des recherches sur la théorie générale des formes, l'honneur lui en revient à peu près exclusivement et constitue l'un de ses plus beaux titres à l'admiration des géomètres. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets de la section des nerfs du* sphincter ani *sur le rôle, les propriétés physiologiques et anatomiques de ce muscle et sur l'organisme en général.* Note de MM. **S. Arloing** et **Edouard Chantre.**

« I. On admet que la destruction des centres ano-spinal et vésico-spinal entraîne *ipso facto* le relâchement des sphincters, et, réciproquement, que l'incontinence des fèces et de l'urine est le signe d'une altération destructive de la région lombaire de la moelle épinière.

» Faute de se rendre un compte exact des conséquences de l'élasticité dans un muscle circulaire, on est tombé dans l'erreur en suivant le sentier de la logique. Dans la plupart des cas, l'incontinence ne résulte pas, purement et simplement, de la paralysie des sphincters.

» Nous avons rappelé (séance du 31 mai 1897) que Goltz et Ewald observèrent la rétention et l'expulsion intermittente des fèces sur une petite chienne qui avait survécu à l'ablation totale de la région lombaire de la moelle.

» Depuis l'expérience de ces auteurs, nous avons plusieurs fois pratiqué la section complète des nerfs qui se rendent à la terminaison de l'intestin et au col de la vessie chez le chien, opération dont l'effet est d'isoler

entièrement les sphincters de la moelle et, par conséquent, équivaut à la destruction des centres lombaires, et, pourtant, jamais nous n'avons observé l'incontinence proprement dite.

» Voici les phénomènes que nous avons constatés du côté de l'appareil digestif et du côté de l'appareil urinaire.

» A. Immédiatement après la section et dans les premiers jours qui la suivent, les plis du pourtour de l'anus sont un peu effacés, le diamètre de l'orifice et sa dilatabilité sont un peu plus grands qu'à l'état normal; quelque temps après, l'orifice est exactement fermé et l'on ne soupçonnerait pas, à un examen superficiel, la paralysie dont le sphincter est frappé. Les excréments sont retenus comme à l'habitude. Lorsque les chiens quittaient leur cellule, ils profitaient d'un moment de liberté pour se livrer à la défécation. Celle-ci s'accomplissait normalement, sauf à la fin, où les sujets, privés de la contractilité du sphincter, étaient obligés de recourir à des artifices mécaniques pour s'exonérer entièrement.

» B. Nous avons vu aussi nos chiens retenir le produit de la sécrétion urinaire pendant les heures de captivité. Aussitôt qu'ils étaient mis en liberté, leur premier soin était de chercher un endroit propice et d'uriner. L'acte s'exécutait normalement, mais jamais complètement; les animaux perdaient ensuite une certaine quantité d'urine sans paraître en avoir conscience. Si la résistance du sphincter suffisait à emprisonner l'urine dans la vessie lorsque le sujet était au repos dans sa loge, elle ne suffisait plus lorsque l'animal s'agitait brusquement, sautait et gambadait, comme le font les chiens heureux de goûter un instant de liberté. Ce trouble s'atténue, sans disparaître, au bout de quelques mois.

» Bref, de part et d'autre, la rétention est indiscutable. Pour l'expliquer, il ne peut être question de contractilité ni de tonicité. Elle résulte de l'élasticité des sphincters. Cette propriété suffit donc à éviter l'incontinence. Elle est plus efficace du côté de l'anus que du côté de la vessie, mais c'est là probablement une simple apparence, qui s'explique par l'état physique des produits qu'elles retiennent dans leur cavité, car si l'on se reporte aux évaluations de Heidenhain, de Gianuzzi et de Nawrochi, il faudrait, pour vaincre la résistance du sphincter vésical privé de ses nerfs, une pression d'eau plus grande que pour surmonter celle du sphincter anal.

» En conséquence, dans le cours d'incontinence vraie, on doit admettre que la lésion nerveuse, cause de la paralysie des sphincters, éveille simultanément l'énergie des forces expulsives.

» II. Le sphincter ani, dont les deux nerfs sont coupés, conserve fort longtemps sa contractilité. Le bout périphérique des nerfs a perdu entièrement son excitabilité, que le muscle répond encore aux excitations in-

duites isolées ou tétanisantes qui lui parviennent à travers la muqueuse ou la peau. La contractilité nous a paru simplement un peu affaiblie après l'énervation.

» Le sphincter offre donc un des exemples les plus remarquables de la persistance des propriétés physiologiques des muscles à la suite de la section des nerfs.

» Nous touchons ici à un ordre de faits dont la diversité est grande. Les physiologistes ont observé que la persistance de la contractilité varie avec la région et avec les nerfs dont l'influence a été supprimée. Ainsi, d'après Longet, la contractilité diminuerait au bout de sept semaines dans le domaine du sciatique, tandis qu'elle serait presque intacte au bout de trois mois dans le territoire du facial. D'après Philippeaux et Vulpian, la contractilité persisterait une année dans le domaine de l'hypoglosse. Pour une même région, les auteurs ont donné parfois des évaluations différentes, probablement parce qu'ils avaient expérimenté sur des espèces animales variées.

» Il semble impossible, sous ce rapport, d'englober tous les muscles dans une même règle générale. On a pensé (Longet, Brown-Séquard, Exner) que la suppression des nerfs sensitifs de la région hâtait la disparition de la contractilité après la section des nerfs moteurs. Dans notre cas, les deux sortes de nerfs étaient supprimés et néanmoins la contractilité a persisté d'une façon remarquable. Force est bien de rattacher cette particularité à une autre influence.

» III. De même, nous avons observé une remarquable persistance des caractères histologiques normaux dans les fibres du sphincter à la suite de la section des nerfs sensitifs et moteurs de la région. On notera que la passivité du muscle est absolue, que l'élasticité de ce dernier seule était sollicitée, par intermittence, au moment des évacuations intestinales. Or, malgré cette passivité, malgré la suppression des nerfs sensitifs et moteurs, remontant à onze mois, les fibres musculaires possédaient encore une striation et une transparence parfaites. Toutefois, les noyaux semblaient plus abondants, soit à l'intérieur des fibres, soit dans le tissu conjonctif interfibrillaire. Cependant, il arrive qu'après un délai aussi long quelques fibres perdent une partie de leur transparence et un peu de la netteté de leur striation. Somme toute, un an après la section de ses nerfs, le sphincter ani du chien est à peu près intact au point de vue anatomique et physiologique.

» IV. Nous nous sommes bornés à pratiquer des sections nerveuses

unilatérales. Dans ces cas, l'influence sur le rôle du muscle est insignifiante ou impossible à constater. Nous en dirons autant de l'influence sur les propriétés physiologiques et anatomiques du muscle, même vingt-quatre et vingt-sept mois après la section nerveuse. Tout au plus constate-t-on que les fibres musculaires sont un peu moins transparentes et et que les noyaux sont un peu plus abondants dans la moitié du muscle qui correspond à la section des nerfs; mais on voit aussi quelques fibres légèrement troubles dans la moitié opposée.

» V. La section bilatérale des nerfs qui se rendent à l'anus et au col de la vessie est une opération mal supportée par le chien. Soit à cause de l'étendue du traumatisme, soit pour d'autres causes, la minorité des opérés survit définitivement à l'opération. La majorité présente de la parésie des membres postérieurs, de l'inappétence, de l'amaigrissement, et meurt dans le marasme. Ces accidents peuvent survenir un mois ou un mois et demi après l'opération, lorsque les plaies sont presque guéries et que l'on est en droit d'espérer un rétablissement complet.

» La section unilatérale est généralement bien supportée. Cependant, dans un cas, nous avons vu survenir, deux mois après l'opération, une atrophie très marquée des muscles de la face externe de la cuisse correspondante. Ce trouble nutritif a disparu graduellement au cours des mois suivants. Est-ce la conséquence d'une névrite ascendante, d'une paralysie réflexe, ou du voisinage du sciatique et du champ opératoire? Nous ne saurions choisir. Toujours est-il que la mutilation des nerfs en question peut retentir d'une façon fâcheuse sur le système nerveux et sur l'état général des sujets d'expérience.

» *En résumé* : 1° l'élasticité des sphincters, dans le cas de la suppression pure et simple de l'innervation de ces organes, suffit à prévenir l'incontinence des fèces et de l'urine;

» 2° Les propriétés physiologiques et anatomiques du sphincter ani persistent très longtemps après la section bilatérale des nerfs et sont à peu près intactes onze ou douze mois après l'opération;

» 3° La section unilatérale est sans influence apparente sur le rôle et les propriétés physiologiques et anatomiques du sphincter ani. »

HISTOLOGIE ANIMALE. — *Sur la genèse des épithéliums* (¹). Note de MM. ARMAND SABATIER et ÉTIENNE DE ROUVILLE.

« Les recherches que nous poursuivons depuis plusieurs années, soit en collaboration, soit chacun de nous en particulier, sur « la genèse de » quelques épithéliums » nous ont conduits à des résultats qu'il nous paraît utile de réunir dans cette Note.

» Nous avons, d'ailleurs, publié de nombreuses observations sur ce sujet, dans des Mémoires spéciaux et dans les *Comptes rendus*.

» Nons croyons devoir résumer aujourd'hui les conclusions auxquelles nous sommes arrivés, parce que ce sujet touche à des questions très intéressantes qui, de nos jours, préoccupent ou divisent les histologistes.

» Il est généralement admis que les épithéliums sont toujours capables de se régénérer par eux-mêmes, et qu'ils n'empruntent jamais rien aux tissus voisins. Nos observations nous permettent de ne pas partager cette manière de voir. Il est vrai qu'une cellule épithéliale qui meurt est remplacée par une nouvelle cellule épithéliale plus jeune; mais il convient de rechercher quelle est la première source de cette dernière.

» L'étude de la spermatogénèse chez les Crustacés décapodes et chez les Sélaciens, celle de la rénovation épithéliale dans le tube digestif d'Invertébrés, et dans la vessie et l'utérus de Mammifères, nous ont montré clairement que, dans bien des cas tout au moins, l'épithélium trouve un auxiliaire très actif dans le tissu conjonctif sous-jacent.

» Pour nous, il n'y a pas antagonisme entre ces deux tissus; bien au contraire, nous croyons fermement que la cellule conjonctive peut se transformer en cellule épithéliale, et que « les épithéliums ne sont, du moins » dans bien des cas, que la forme limitante des surfaces libres du tissu » conjonctif ».

» Ce dernier tissu, par le fait qu'il est le tissu le moins différencié de l'organisme, est doué d'un « pouvoir d'amorce » très puissant; il n'est donc pas étonnant qu'il continue plus ou moins, dans le cours de la vie, à être « la matrice d'où sortent les éléments des autres tissus »; nous le considé-

(¹) Travail de la Station zoologique de Cette et de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montpellier.

rons donc comme pouvant jouer le rôle de « blastoderme post-embryon-
» naire ».

» La membrane basale qui sépare l'épithélium du tissu conjonctif, et qui, d'ailleurs, peut faire défaut, n'est pas un obstacle sérieux à la marche de la cellule conjonctive se frayant un passage entre deux cellules épithéliales. Nous avons, à ce sujet, pu faire des observations tout à fait concluantes; c'est ainsi que nous avons surpris des cellules d'origine nettement conjonctive se glissant dans l'épithélium, et que nous avons aussi pu, sur certaines préparations, distinguer, au sein du tissu conjonctif, des cellules rappelant à s'y méprendre les cellules dites *de remplacement* situées dans l'épithélium, et dans la partie profonde de celui-ci. Bien plus, les observations faites par l'un de nous sur les Crustacés décapodes, les Sélaciens et quelques autres types, ne nous permettent pas de douter que les cellules de remplacement de l'épithélium du tube séminifère aient toujours, dans ces types-là du moins, pour point de départ les éléments cellulaires de la membrane basilaire conjonctive de ce tube. Si, ce qui est encore à examiner, il n'en est pas de même dans tous les cas pour l'épithélium du tube digestif, de la vessie, de l'utérus, il n'est pas douteux pour nous que cela se produise bien souvent.

» Nous avons aussi étudié de près la question de la division cellulaire, et de sa signification. La division directe (amitose) jouerait, à notre avis, un rôle bien plus important qu'on ne le croit aujourd'hui; on ne doit pas l'opposer à la division indirecte (mitose), car il existe entre elles de nombreux termes de passage. La division directe ne serait pas infailliblement, comme beaucoup d'histologistes le pensent, un signe de décadence et de mort pour la cellule; nous l'avons observée dans des cellules jeunes et actives, et, notamment, c'est elle qui se produit exclusivement dans les éléments qui forment les groupes ou nids de noyaux destinés à fournir les spermatoblastes, et qui représentent, par conséquent, des éléments doués d'une grande activité cellulaire et d'une vitalité exceptionnelle.

» L'amitose, procédé plus simple et plus rapide que la mitose, appartient donc, dans ce cas et dans d'autres, à des éléments cellulaires jouissant d'un maximum de vitalité.

» Enfin, nos recherches ont soulevé devant nous la question de la spécificité cellulaire et de la spécificité des feuillets blastodermiques.

» Nous avons pu voir le tissu conjonctif présider en partie à la régénération d'épithéliums d'origine blastodermique variable : par exemple, d'épithéliums d'origine endodermique. Nous en avons conclu que la loi

de la spécificité des feuillets n'est pas aussi absolue qu'on l'a cru, et que, dans les phénomènes de régénération, en particulier, elle est bien souvent infirmée. Nous croyons donc à la suppléance possible et réelle, dans une certaine mesure, de tissus entre eux, indépendamment de leur origine blastodermique. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner de* $0^{m},16$), *pendant le premier trimestre de* 1898; par M. **J. Guillaume**. Note présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont l'explication a été donnée, page 876 du Tome CXXVI des *Comptes rendus*, et il en résulte les faits suivants :

» Il y a eu 39 jours d'observation pendant le premier trimestre.

» *Taches*. — On a noté 35 groupes de taches et une surface totale de 3329 millionièmes, au lieu de 39 groupes et 1635 millionièmes fournis par le précédent trimestre, et au total les taches ont été plus nombreuses et plus étendues au sud de l'équateur qu'au nord.

» Le Soleil a été vu sans taches cinq fois : deux en février et trois en mars.

» Les deux groupes suivants du Tableau I ont été visibles à l'œil nu :

$$\text{Février} : \lambda\, 14,5\ \beta - 8^{\circ} \quad \text{et} \quad \text{mars} : \lambda\, 11,6\ \beta - 13^{\circ}.$$

Le premier, dont l'étendue a atteint environ 20°, a englobé dans la traversée du disque solaire une tache de moyenne grandeur qui le précédait d'abord à une distance d'environ 10°. Le second a été plus important encore, il s'est développé également pendant la traversée du disque solaire et n'a pas occupé moins de 25° en longitude. L'un et l'autre se sont montrés à trois rotations successives du Soleil. Ces deux groupes, quoique distincts, semblent appartenir à la même région d'activité, le champ de facules où ils se sont formés occupait environ 50° en longitude sur 20° en latitude.

» Enfin, au total, on a 24 groupes au sud et 11 au nord, au lieu de 18 et 21, respectivement fournis par le dernier trimestre de 1897.

» *Régions d'activité*. — Les groupes de facules ont continué à diminuer : on a noté 28 groupes dans chaque hémisphère, au lieu de 37 au sud et

27 au nord, et au total la surface entière est de 59,2 millièmes au lieu de 67,6.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1898.	0,00		
27- 5	7	1,3		+13	118
3- 5	3	3,1	−15		18
29-10	6	4,5		+ 6	96
10-11	2	6,7		+ 7	5
3-14	6	9,1		+ 9	133
14-15	2	17,3	−14		6
14-25	4	20,0	− 8		105
24-26	3	22,2		+ 9	23
24-27	4	25,0		+ 3	314
	12 j.		−12°,3	+ 7°,8	
		Février 1898.	0,13		
7- 8	2	4,2		+11	68
5-12	6	8,1	− 8		47
5-12	6	10,4	−12		16
8-17	3	12,2	−12		55
7-17	7	13,7	− 7		133
10-17	4	14,0	− 2		5
10-17	5	14,5	− 8		449
11-12	2	15,0		+ 3	6
17	1	15,6	− 2		25
15-17	2	20,3	−15		46
		Février 1898.	0,13.		
15-26	5	21,1		+ 5	104
17-26	4	21,2	− 2		87
3	1	27,3		+ 8	18
23- 3	4	28,7	−11		102
	15 j.		− 7°,9	+ 5°,3	
		Mars 1898.	0,25		
9	1	4,5	−14		4
28- 9	4	6,2	− 9		100
3	1	7,1	−15		2
8- 9	2	8,8	−12		22
8-16	5	11,6	−13		830
8-16	5	11,9		+10	139
8-16	5	12,7	− 8		198
9-16	3	13,5	− 4		6
22	1	19,7	− 5		12
22	1	20,4	− 2		2
19-22	2	20,7	− 9		4
16-19	2	22,0		+ 9	11
28	1	31,6	−13		20
	12 j.		− 9°,5	+ 9°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1898.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier....	»	»	»	2	1	3	6	5	1	»	»	»	9	818
Février....	»	»	»	4	6	10	3	3	»	»	»	»	13	1161
Mars......	»	»	»	5	6	11	2	2	»	»	»	»	13	1350
Totaux..	»	»	»	11	13	24	11	10	1	»	»	»	35	3329

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1898.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier.....	»	»	»	2	2	4	8	4	4	»	»	»	12	15,6
Février.....	»	»	»	4	9	13	10	7	3	»	»	»	23	24,4
Mars.......	»	»	»	7	4	11	10	7	2	1	»	»	21	19,3
Totaux...	»	»	»	13	15	28	28	18	9	1	»	»	56	59,3

GÉODÉSIE. — *Levés géodésiques, astronomiques et magnétiques à Madagascar.* Note du P. **Colin**, présentée par M. Grandidier.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats des missions géodésiques, astronomiques et magnétiques, qui m'ont été confiées par MM. les généraux Voyron et Gallieni, dans l'île de Madagascar.

» *Première mission de* 1896. — La brigade topographique dont je faisais partie se composait de MM. le commandant Delcroix, chef, et les capitaines Rose, Vuillemin et Thiébaud, topographes. Le commandant Delcroix ayant été blessé au cours d'un sérieux engagement que nous eûmes avec les Fahavalo, je restai seul chargé de la section géodésique.

» Nous avions reçu l'ordre de dresser sur la côte orientale une carte à $\frac{1}{100000}$, aussi détaillée que possible, d'Ampanotoamaizina, de ses environs, du lac de Rasoamasay et de la région qui s'étend vers l'ouest, pour l'étude préliminaire d'un tracé de chemin de fer.

» Les instruments que j'emportais étaient mon théodolite magnétique et la boussole d'inclinaison de Brunner, et un théodolite de reconnaissance appartenant au Service géographique de l'armée.

» J'ai déterminé d'abord la longitude d'Ampanotoamaizina, par le transport du temps, par rapport à Andevorante, dont il est distant de plus de 30^{km} au nord-est et dont j'avais fixé les coordonnées en 1892; j'ai obtenu 46°51′19″ E. de Paris; par la méthode des distances zénithales de la Lune, j'ai eu 46°48′0″; différence : 3′19″. La latitude déduite de hauteurs circumméridiennes du Soleil est de 18°36′22″ S.

» J'ai ensuite procédé au réglage des boussoles à éclimètre, avec lesquelles allaient opérer les officiers topographes. J'ai observé la déclinaison avec le théodolite magnétique, au pied du mât de pavillon d'Ampanotoamaizina, et j'ai trouvé, le 29 septembre 1896, 8°5′34″ NW. Il y a là une anomalie provenant des nombreuses pyrites de fer, qui émergent çà et là à la surface du sol, et qui cesse à 11^{km} dans l'ouest. Au village de Sahamarivo, sur les bords du Rongo-Rongo, j'ai obtenu 9°46′34″ NW. La composante horizontale et l'inclinaison magnétique observées le 21 et le 20 octobre 1896, à Ampanotoamaizina, donnent pour résultat : la première, en unités C.G.S, 0,21630; la deuxième, 54°46′0″.

» J'ai mesuré ensuite sur le sable, avec une chaîne, une petite base de $348^{m} \pm 0^{m},31$, ce qui était suffisant pour une Carte à l'échelle de $\frac{1}{100000}$ d'une région aussi peu étendue, 21^{km} en longueur sur 7^{km} en largeur. Les courbes de niveau y sont équidistantes de 10^{m} en 10^{m}.

» La saison des pluies, plusieurs cas d'accès de fièvre pernicieux et l'ordre de remonter à Tananarive suspendirent le cours de nos opérations. Elles avaient duré trois mois dans une région très malsaine.

» *Deuxième mission de* 1897. — J'ai prolongé la triangulation de l'Imerina jusqu'au pic d'Andriba, point où s'arrêtait celle des officiers du corps expéditionnaire, et

après avoir remonté la vallée de la Betsiboka, je l'ai étendue jusqu'à l'Antsihanaka, afin de me relier au réseau jeté dans l'est par la brigade topographique, qui, opérant depuis Ankarefo et Tamatave, devait sous peu relever cette région. Je suis revenu à Tananarive avec un enchaînement continu de triangles. M. le lieutenant Maritz a exécuté les levés de détails.

» La jonction des trois réseaux à bases différentes, Tananarive-Andriba, Majunga-Andriba, Ankarefo-Tamatave-Ambatondrazaka, a donné lieu à quelques remarques intéressantes.

» 1. *Réseaux Tananarive-Andriba et Majunga-Andriba.* — Les sommets des pics d'Andriba et de Fanjarivo, qui en sont les seuls points communs, sont distants de 10640^m, d'après ma triangulation, et graphiquement de 10460^m, d'après la Carte des officiers du corps expéditionnaire, soit une différence de 180^m. L'azimut entre ces deux points est sensiblement le même dans les deux Cartes. L'altitude du pic d'Andriba au-dessus de l'océan Indien, d'après mes données, serait de 1040^m; celle indiquée sur la Carte Majunga-Andriba serait de 1046^m au-dessus du niveau du canal de Mozambique, soit une différence de 6^m.

» Mais il importe de signaler l'écart considérable en longitude des deux réseaux. Tandis que la longitude d'Andriba (Mangasoavina) égalerait $44°44'13''$ d'après les officiers topographes qui ont pris, comme point de départ, les coordonnées de Majunga, celle que j'ai obtenue au même endroit, en prenant l'observatoire de Tananarive comme origine, c'est-à-dire $45°11'30''$ E. de Paris, serait de $44°32'57''$. Je me suis servi de la méthode télégraphique avec dix échanges réciproques de signaux indiquant l'heure locale. Les observations de hauteurs du Soleil dans la recherche de l'heure étaient faites, de part et d'autre, avec des théodolites. La différence des heures entre les deux stations varie de $2^m 29^s,2$ à $2^m 29^s,3$.

» Deux vérifications donnent à peu près le même résultat. Par les distances zénithales de la Lune, j'ai eu : $44°31'0''$ E. de Paris, et le graphique de la triangulation concorde à 2^{km} près avec la longitude télégraphique.

» La latitude, par les hauteurs circumméridiennes du Soleil, est de $17°34'34''$ S., d'après mes observations; celle indiquée sur la Carte Majunga-Andriba est de $17°40'33''$. Différence $6'$ environ.

» 2. *Réseaux Tananarive-Andriba et Ankarefo-Tamatave-Ambatondrazaka.* — Près du pays Antsihanaka, il m'a été impossible d'exécuter un tour d'horizon sur deux sommets de forêt caractéristiques : Vohitralongo, Ambonivato, qu'occupaient, à cette époque, des bandes de rebelles, et j'ai dû en mesurer la distance par le problème classique de deux points inaccessibles; j'ai trouvé $26^{km},523$.

» La brigade topographique, qui a déboisé ces sommets plusieurs mois après, y a stationné et a obtenu, d'après sa base d'Ankarefo, $26^{km},632$, soit une différence de 109^m entre les deux réseaux. Cette discordance n'a rien d'étonnant, car les arbres les plus élevés que j'ai visés à la distance de $13^{km},561$ et $29^{km},094$ ne correspondaient certainement pas d'une manière exacte aux stations de la brigade.

» L'altitude que j'ai indiquée pour Vohitralongo est de 1281^m, celle d'Ambonivato de 1474^m. La brigade a trouvé : Vohitralongo, 1297^m et Ambonivato, 1471^m. Les résultats semblent donc assez satisfaisants en altimétrie, surtout si l'on considère que je

suis arrivé après un développement de réseau de plus de 500^{km}, et que les coefficients de réfraction sont très variables, soit sur la côte, soit à Andriba.

» A Vohilena, j'ai déterminé la latitude par les hauteurs circumméridiennes du Soleil, elle est de 18°8′1″ S.

» Les levés magnétiques que j'ai exécutés en cours de route démontrent, comme l'indique le Tableau suivant, qu'au nord-ouest de Tananarive, la déclinaison, l'inclinaison et la composante horizontale suivent une marche régulière, sauf à Ankazobé, où l'anomalie provient très probablement du massif volcanique voisin d'Ambatomalaza. Des sources thermales signalées à 20^{km} à l'ouest semblent confirmer cette opinion.

Observations magnétiques (2e *mission de* 1897).

Localités.	Date 1897.	Longitude est de Paris.	Latitude sud.	Altitude en mètres.	Déclinaison nord-ouest.	Inclinaison.	Composante horizontale Unités C.G.S.
Ampanotokana [1]....	5 août	44°.56′.30″	18°.43′. 7″	1339 m	10°.38′.12″	° ′ ″ »	»
Ankazobé [2]........	8 »	44.45.25	18.19.29	1243	11.32.10	54. 2.35	0,21146
Kiangara [3].........	15 »	44.40.33	17.58.13	1161	10.57.14	»	»
Andriba [4]..........	22 »	44.32.30	17.34.34	653	11. 9.42	52.20.19	0,20547
Tsinjorano [5]........	29 »	44.52.48	17.59.24	1278	10.45.40	»	»
Vohilena [6].........	12 sept.	45.15.23	18. 8. 1	1329	10.40.12	53.39.58	0,21307

[1] Argile rouge, à 50^m ouest du village, près du chemin de Tananarive à Majunga.
[2] Argile rouge, à 80^m sud-est du mât de pavillon, sur le chemin de Tananarive à Majunga.
[3] Rocher granitique, au pied du mât de pavillon.
[4] Argile rouge, à 150^m sud du mât de pavillon du poste.
[5] Argile rouge, à 5^m ouest du mât de pavillon du poste.
[6] Montagne boisée; installé sur la plate-forme d'artillerie. Le canon relégué à 50^m en contrebas.

» *Troisième mission de* 1898. — La mission qui m'a été confiée cette année avait un double but : rechercher l'origine de l'erreur en longitude entre les deux triangulations du centre de l'île et de Majunga-Andriba; vérifier en second lieu, sur la côte ouest de Madagascar, les coordonnées géographiques de plusieurs postes où aboutissent les nombreux itinéraires levés par les officiers de la colonne Betsiriry. Je ne parlerai aujourd'hui que de la première partie de cette mission que m'a confiée le général Gallieni.

» Comme je l'avais déjà fait à Andriba, j'ai établi une série d'échanges réciproques de signaux télégraphiques entre Maevatanana, Majunga et Tananarive, sur des chronomètres réglés d'après l'heure locale. J'ai eu les différences de temps et, par conséquent, les longitudes suivantes :

Localités.	Date 1898.	Différence d'heures entre Tananarive.	Longitude est de Paris. En temps.	Longitude est de Paris. En arc.	Longitude d'après les Cartes.
Maevatanana (mât de pavillon, chef du poste)	10 février	2^{m}49^s,72	2^{h}57^{m}51^s,3	44°27′49″	44°31′
Majunga (à 30^m sud du pilier méridien)	4 mars	4^{m}54^s,64	2^{h}55^{m}46^s,4	43°56′36″	43°58′35″

» En résumé, si l'on prend les coordonnées de l'observatoire de Tananarive comme origine, Majunga devrait être reporté de 2' vers l'ouest, Maevatanana de 4' et Andriba de 13'. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le cercle de convergence des séries*. Note de M. **Leau**, présentée par M. Appell.

« A la suite de la Note présentée par M. Le Roy dans la dernière séance, je demande la permission d'indiquer, entre plusieurs extensions possibles d'un théorème que j'ai énoncé dans une Note du 24 octobre, celle que voici :

» I. Soient des nombres $c_0, c_1, \ldots, c_p, \ldots$ tels que la série $\Sigma c_p t^p$ ait un rayon de convergence différent de 0, et des fonctions

$$f_0(t), \quad f_1(t), \quad \ldots, \quad f_n(t), \quad \ldots$$

satisfaisant aux conditions suivantes :

» 1° On a, en ordonnant,

$$f_n(t) = c_0 + c_1 t + \ldots + c_n t^n + \varphi_n(t);$$

» 2° Il existe un nombre λ supérieur à 1, tel que le rayon de convergence de la série $f_n(t)$ soit plus grand que $\frac{\lambda}{n}$;

» 3° Lorsqu'on fait décrire à t une circonférence dont le centre est à l'origine et dont le rayon est au moins égal à $\frac{\lambda}{n}$, la suite des modules des fonctions $\varphi_n(t)$ a une limite supérieure finie.

» *Le point* $+1$ *est le seul point singulier de la série* $\sum f_n\left(\frac{1}{n}\right) z^n$ *sur le cercle de convergence.*

» *Cas particulier.* — Les fonctions $f_n(t)$ peuvent être identiques; on a, dans ce cas, la série $\sum f\left(\frac{1}{n}\right) z^n$, $f(t)$ étant holomorphe à l'origine.

» II. Soient des nombres $d_1, d_2, \ldots, d_p, \ldots$ tels que la série $\Sigma d_p t^p$ définisse une fonction d'ordre apparent plus petit que 1, au sens de M. Borel, et des fonctions

$$g_1(t), \quad g_2(t), \quad \ldots, \quad g_n(t), \quad \ldots,$$

satisfaisant aux conditions suivantes :

» 1° On a, en ordonnant,

$$g_n(t) = d_1 t + d_2 t^2 + \ldots + d_n t^n + \psi_n(t);$$

» 2° Il existe un nombre λ supérieur à 1, tel que le rayon de convergence de la série $g_n(t)$ soit plus grand que λn;

» 3° Lorsqu'on fait décrire à t une circonférence dont le centre est à l'origine et dont le rayon est égal au moins à λn, la suite des modules des fonctions $\psi_n(t)$ a une limite supérieure finie.

» *Le point* $+1$ *est le seul point singulier de la série* $\Sigma g_n(n) z^n$ *sur le cercle de convergence.*

» *Cas particulier.* — Les fonctions $g_n(t)$ peuvent être identiques; on a, dans ce cas, la série $\Sigma g(n) z^n$, $g(t)$ étant une fonction d'ordre apparent inférieur à l'unité.

» J'ajouterai que j'ai étendu, dans une certaine mesure, les résultats précédents au cas où, dans les fonctions g, on remplace t non plus par n, mais par $\mathrm{L}n$. »

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité.* Note de M. **J. Andrade.**

« I. Dans une courte Note communiquée, le 3 mars 1897, à la Société mathématique, j'ai fait remarquer que, si le *renforcement* des liaisons *conserve* toujours un *équilibre*, il ne renforce pas toujours la *stabilité* de cet équilibre, du moins dans le cas où les forces *extérieures* ne dérivent pas d'une fonction des forces. Pour justifier cette assertion, j'ai donné un exemple de deux forces fonctions de point, dont chacune laisse un même point matériel dans une même position d'équilibre *stable*, mais dont la résultante ne jouit pas de la même propriété.

» Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* du 20 juin 1898 et développée depuis au *Bulletin* de la Société mathématique, M. Lecornu, s'occupant à son tour de la même question, a contesté la légitimité de la *justification* de mon assertion. Je crois dès lors utile d'y insister.

» Soit F_1 une force fonction de point, agissant sur un point matériel m_1 qu'elle laisse *en équilibre stable* dans la position M_1; soit F_2 une force analogue, agissant sur un point matériel m_2 qu'elle laisse *en équilibre stable* dans la position M_2; on peut lier les points matériels m_1 et m_2 par une liaison et se demander si le système ainsi modifié va rester en équilibre sous l'action des mêmes forces extérieures F_1 et F_2.

» Or, pour montrer qu'un principe de cette espèce ne pouvait pas exister *en toute généralité*, j'ai traité le cas infiniment particulier où les po-

sitions M_1 et M_2 coïncident et où la liaison nouvelle résulte de la juxtaposition des masses m_1 et m_3 ; j'ai infirmé le principe dans ce cas particulier, donc *a fortiori* dans le cas général. La logique est donc satisfaite, mais allons un peu plus loin.

» II. Si l'on trouve que la liaison qui juxtapose deux masses est par trop exceptionnelle, on pourra éviter cette liaison en raisonnant comme il suit :

» On laissera distincts les points fixes M_1 et M_2 ; on supposera d'abord que les forces F_1 et F_2, nulles respectivement en M_1 et M_2, sont des fonctions vectorielles linéaires des déplacements des masses m_1 et m_2 par rapport à leurs positions respectives d'équilibre. Puis on supposera que la liaison *nouvelle* établie entre les masses m_1 et m_2, tout à l'heure libres, *consiste à les placer à une distance invariable l'une de l'autre et sur le côté d'un parallélogramme articulé qui est parallèle à un côté fixe de ce parallélogramme, côté qui est lui-même parallèle à la droite* $M_1 M_2$.

» Les équations du mouvement de ce système à deux degrés de liberté coïncideront alors avec les équations d'un mouvement plan qu'aurait une masse $m_1 + m_2$ sous l'action de deux forces (F_1) et (F_2) qui lui seraient appliquées; (F_1) et (F_2) désignant ce que deviennent respectivement les expressions des vecteurs F_1 et F_2 quand on y remplace les variations des coordonnées de m_1 ou de m_2 par les coordonnées d'un point unique sur lequel on concentrerait la masse $m_1 + m_2$.

» Le cas de la liaison actuelle se ramène donc immédiatement au cas de la liaison singulière que j'avais considérée d'abord.

» III. En résumé, pour démontrer l'impossibilité d'étendre de *l'équilibre simple* à *l'équilibre stable* le principe du « Renforcement des liaisons » j'ai pris comme exemple le *mouvement plan de* deux *points matériels d'abord libres et que je relie par une liaison nouvelle.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Télégraphie hertzienne sans fil, entre la tour Eiffel et le Panthéon.* Note de M. E. **Ducretet**, présentée par M. Mascart.

« Ces essais de transmission entre la tour Eiffel et le Panthéon, que j'ai commencés le 26 octobre, ont été suivis jusqu'à ce jour. La distance franchie est de 4^{km} et l'intervalle est occupé par un grand nombre de constructions élevées; les signaux reçus au Panthéon ont toujours été très nets,

même par un brouillard assez épais; il est donc possible d'affirmer qu'avec les mêmes appareils cette distance pourrait être sensiblement augmentée.

» Le *poste transmetteur,* installé sur la troisième plate-forme de la *tour Eiffel,* comprenait : une bobine de Ruhmkorff de 25^{cm} d'étincelle, actionnée par mon interrupteur à moteur (¹) et un interrupteur à main, pour forts courants, produisant les émissions intermittentes de décharges oscillantes entre les trois sphères d'un oscillateur. Une des sphères extrêmes de cet oscillateur était mise en communication avec l'extrémité isolée du *fil radiateur* suspendu dans l'espace jusqu'à la plate-forme intermédiaire; l'autre sphère extrême était reliée directement à la masse métallique de la tour jouant ainsi le rôle de *terre.*

» Dans ces conditions, la longueur de l'étincelle entre les sphères de l'oscillateur est beaucoup diminuée, sans doute parce que le fil radiateur, au voisinage de la tour métallique, acquiert une grande capacité.

» L'*appareil récepteur,* installé au *Panthéon,* sur la terrasse au-dessus des colonnades, était semblable, comme organes, à celui qui est décrit aux *Comptes rendus* du 2 mai dernier, mais rendu *très portatif.*

» B*r* est le radioconducteur Branly, de mon modèle à réglage, avec son frappeur automatique F disposé comme l'a fait M. Popoff.

» Le *relais* R, très sensible, ferme le circuit du tube à limaille B*r*.

» En V, V' se trouvent des résistances électriques, sans self-induction.

» J'utilise avec succès les résistances liquides que mon *rhéotome voltamétrique* à tiges d'aluminium permet de réaliser (²). Ces résistances additionnelles servent à éviter les effets des étincelles d'extra-courant de rupture.

» La borne T était mise à la *terre* et la borne L avec le *fil collecteur* isolé ayant 44^{m} de longueur, dont 32^{m} seulement étaient visibles de la tour Eiffel.

» Les longueurs des fils *radiateur* et *collecteur* ont été déterminées par les points d'attaches offerts par les deux monuments et non par la distance à franchir.

» Les piles (trois éléments secs) nécessaires au fonctionnement du radioconducteur et du frappeur sont à l'intérieur de la boîte.

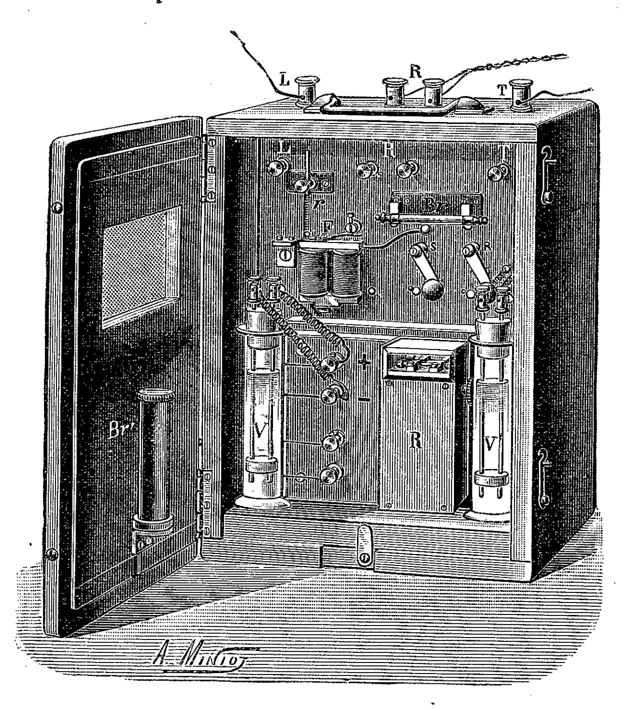
» Dans bien des cas, cet appareil très portatif suffit pour la *lecture au son* des signaux télégraphiques hertziens. Pour les enregistrer il suffit de relier les deux bornes R par un double conducteur, de longueur quel-

---

(¹) *Comptes rendus,* 14 juin 1897.

(²) *Comptes rendus,* 25 janvier 1875.

conque, aux bornes d'un enregistreur Morse disposé à cet effet. Celui que j'ai employé dans mes essais est *automatique* et j'ai indiqué ([1]) quels étaient les avantages de cette disposition.



» Pour enregistrer les *ondes électriques produites par les perturbations atmosphériques* il suffit de relier les bornes R avec celles d'un *enregistreur météorologique*.

» En se plaçant dans les conditions inverses, le Panthéon devenant *transmetteur* et la tour Eiffel *réceptrice,* on n'obtient aucune réception d'ondes; le voisinage immédiat de la tour métallique et du fil vertical collecteur annule l'effet des ondes qui devraient agir sur le radioconducteur B*r*. Ce résultat négatif est conforme à celui que m'avait fait prévoir M. Mascart dès le commencement de mes essais.

» Le nouveau mât que j'ai installé rue Claude-Bernard, au-dessus de mon laboratoire, dépasse de 20^m les maisons voisines. Cette hauteur de fil isolé va me permettre d'entreprendre des expériences avec des postes situés hors Paris.

([1]) *Comptes rendus*, mai 1898.

» La transmission entre ce mât et le Panthéon est parfaite dans les deux sens, même en plaçant le récepteur portatif sur la face opposée du monument, auquel cas le massif de pierre doit être contourné par les ondes électriques. »

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Sur le compoundage des alternateurs à voltage constant.* Note de M. **Maurice Leblanc**, présentée par M. A. Potier.

« Un alternateur à grande réaction d'induit utiliserait mieux que tout autre les matériaux entrant dans sa construction : mais, si on l'excitait avec un courant continu d'intensité constante, le voltage développé entre ses bornes varierait avec son débit, dans des limites d'autant plus étendues que sa réaction d'induit serait plus grande. D'un autre côté, un tel alternateur s'accouplerait difficilement en parallèle avec d'autres appareils semblables.

» Ces inconvénients disparaîtraient si l'on pouvait faire varier l'excitation d'un alternateur, en fonction de son débit, par des moyens aussi simples et aussi efficaces que ceux employés dans les machines à courant continu dites *compounds*. C'est ce que nous nous sommes proposé de faire avec une excitatrice spéciale.

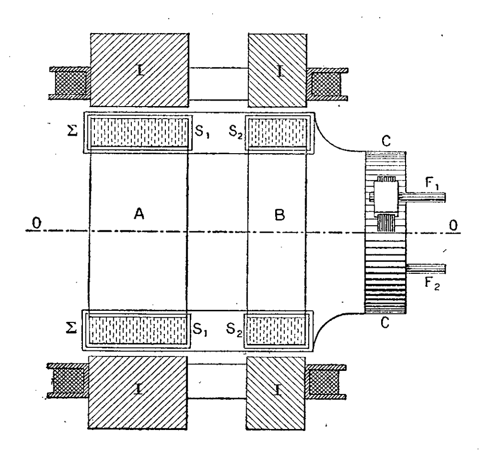
» Si l'on désigne par ρ et λ la résistance et le coefficient de self-induction de chacun des circuits d'armature d'un alternateur, par μ la valeur maxima du coefficient d'induction mutuelle de ce circuit avec l'inducteur, par $h = h_0 \sin 2\pi\alpha t$ la différence de potentiels développée entre ses bornes, par $i = a \sin 2\pi\alpha t - b \cos 2\pi\alpha t$ l'intensité du courant qu'il débite et par J l'intensité du courant continu d'excitation, on a, à chaque instant, *lorsqu'un régime permanent s'est établi,* la relation

$$J = \frac{1}{2\pi\alpha\mu}\sqrt{(\rho a + 2\pi\alpha\lambda b + h_0)^2 + (2\pi\alpha\lambda a - \rho b)^2}. \tag{1}$$

» Faisons constante, dans cette formule, la quantité h_0. Elle nous fait connaître la loi suivant laquelle doit varier l'intensité J, en fonction du débit d'un alternateur, pour qu'il maintienne un voltage efficace constant entre ses bornes. L'excitatrice que nous allons décrire fournit naturellement, et sans l'intervention d'aucun appareil de réglage, un courant continu dont l'intensité suit cette loi de variation en fonction du débit de l'alternateur auquel elle est adjointe.

» Supposons d'abord qu'il s'agisse d'un alternateur à courants polyphasés. Sur un axe OO sont disposés deux anneaux A et B. L'anneau A porte un premier enroulement S_1 de machine à champ tournant qui comporte un nombre de circuits régulière-

ment décalés égal à celui de l'armature de l'alternateur. Ils sont reliés en série avec les circuits correspondants de l'alternateur par l'intermédiaire de bagues et de frotteurs. L'anneau B porte un second enroulement S_2 de machine à champ tournant composé d'autant de circuits régulièrement décalés que le précédent. Ces derniers sont montés en dérivation entre les extrémités des circuits de l'armature de l'alternateur, aussi par



l'intermédiaire de bagues et de frotteurs. Les deux anneaux A et B sont calés, l'un par rapport à l'autre, sur l'axe OO, de manière que le plan passant par l'axe et par le milieu du circuit de l'anneau A monté en série avec un circuit de l'alternateur fasse, avec le plan passant par l'axe et le milieu du circuit de l'anneau B monté en dérivation entre les extrémités du même circuit de l'alternateur, un angle ω tel que l'on ait $\tang \omega = \frac{2\pi\alpha\lambda}{\rho}$.

» Un troisième enroulement de machine à courant continu Σ recouvre les anneaux A et B et aboutit à un collecteur CC. Deux balais diamétralement opposés F_1 et F_2 appuyés sur ce collecteur permettront de recueillir le courant qui servira à exciter l'alternateur.

» Ces deux anneaux tournent au milieu d'inducteurs ordinaires I montés en série dans le circuit extérieur fermé sur les balais F_1 et F_2. Ces inducteurs doivent être établis de telle manière que la machine, tournant à sa vitesse normale, ne puisse s'exciter d'elle-même en fonctionnant comme une machine à courant continu.

» L'axe OO de l'excitatrice devra tourner synchroniquement avec l'alternateur et dans un sens tel que les flux tournants, par rapport aux anneaux A et B, développés par le passage des courants alternatifs dans les circuits S_1 et S_2, demeurent fixes dans l'espace. L'enroulement à courant continu, se déplaçant au milieu de ces flux, développera une force électromotrice constante entre les balais F_1 et F_2. Nous supposerons d'abord que l'on obtienne le synchronisme nécessaire en reliant les axes de l'alternateur et de l'excitatrice par un manchon ou par un relai d'engrenages, si les deux machines n'ont pas le même nombre de pôles.

» On devra faire en sorte que le circuit magnétique de l'anneau B soit fortement saturé, lorsque le voltage h_0 aura pris sa valeur normale, et que celui de l'anneau A

soit loin de l'être, lorsque le débit de l'alternateur aura atteint sa valeur maximum.

» Appelons Φ le flux développé par l'enroulement S_2. On peut poser $\Phi = Kh_0$, le coefficient K diminuant lorsque le voltage h_0 augmente, puisque le circuit magnétique de l'anneau B se sature. Appelons Ψ le flux développé par l'enroulement S_1 : on peut poser $\Psi = K'i\sqrt{\rho^2 + 4\pi^2\alpha^2\lambda^2}$, le coefficient K' pouvant être considéré comme constant, puisque le circuit magnétique de l'anneau A est toujours loin de la saturation. On démontre facilement que la résultante R des flux Φ et Ψ a pour expression

$$R = \sqrt{[K'(\rho a + 2\pi\alpha\lambda b) + Kh_0]^2 + K'^2(2\pi\alpha\lambda a - \rho b)^2}.$$

Si l'on désigne par φ l'angle que fait la direction de la résultante R avec celle de la ligne de contact des balais, on peut poser, en désignant par C une constante,

$$J = CR \sin\varphi.$$

» Les dimensions de l'excitatrice devront être déterminées de telle manière que l'on ait $2\pi\alpha\mu CK' = 1$ et que les coefficients K et K' soient égaux, lorsque le voltage h_0 a pris sa valeur normale.

» Le calcul montre que, dans ces conditions, si l'on identifie les expressions

$$J = CR \sin\varphi \qquad \text{et} \qquad J = \frac{1}{2\pi\alpha\mu}\sqrt{[\rho a + 2\pi\alpha\lambda b + h_0]^2 + (2\pi\alpha\lambda a - \rho b)^2},$$

c'est-à-dire si l'on suppose le régime permanent établi, on a nécessairement $K = K'$, et le voltage h_0 a pris sa valeur normale. Il montre aussi qu'un pareil état de régime tend toujours à s'établir. Le problème est donc résolu.

» L'excitatrice, avec ses inducteurs disposés comme il a été dit, jouit d'une propriété importante : elle peut fonctionner comme une commutatrice ordinaire, sans avoir aucune liaison mécanique avec l'alternateur qu'elle accompagne. Elle emprunte alors aux courants alternatifs qui traversent les circuits S_1 et S_2 l'énergie nécessaire pour entretenir son mouvement et produire le courant continu qu'on recueillera entre ses balais. On démontre que les flux développés en elle varient avec sa charge, de manière que la phase de son mouvement soit indépendante de cette dernière : l'excitatrice tourne comme si son axe était relié mécaniquement à celui de l'alternateur et l'intensité du courant continu qu'elle débite varie suivant la même loi que tout à l'heure. Il faudra, dans ce cas, disposer momentanément d'une source de courant continu pour exciter l'alternateur, pendant qu'on lancera et synchronisera l'excitatrice.

» Lorsque l'on aura affaire à un alternateur à courants alternatifs simples, on n'enroulera qu'un seul circuit à courant alternatif autour de chacun des anneaux A et B, mais on disposera un écran magnétique conducteur dans les épanouissements polaires de l'inducteur. Dans ces conditions, chacun des anneaux tendra à produire deux flux tournants en sens contraire dont l'un sera fixe dans l'espace et dont l'autre sera détruit par la réaction de l'écran. Nous sommes ainsi ramenés au cas précédent.

» Pour vérifier le principe du fonctionnement de cette excitatrice, la Société anonyme pour la transmission de la force par l'électricité a fait

construire un alternateur de 60 kilowatts à réaction d'induit telle que le courant d'excitation nécessaire pour produire le voltage à vide ne permettait de développer, dans les circuits d'armature fermés sur eux-mêmes, qu'un courant égal au tiers du courant normal. Dans cet alternateur, le nombre d'ampères-tours de l'armature, par centimètre de développement, est égal à 225, alors qu'il ne dépasse guère 70 dans les machines à voltage constant excitées suivant la méthode ordinaire. L'alternateur n'ayant que six pôles, on a donné le même nombre de pôles à son excitatrice et l'on a monté les deux machines sur le même arbre. On en a profité pour supprimer, dans ce premier essai, le circuit inducteur de l'excitatrice. Il a été constaté que :

» 1° Sous l'influence du magnétisme rémanent des inducteurs de l'alternateur, l'excitatrice s'amorçait d'elle-même comme une machine à courant continu.

» 2° Bien qu'elle fût dépourvue de tout appareil de correction, le voltage de l'alternateur demeurait très sensiblement constant, lorsque l'on passait de la marche à vide à la marche en pleine charge, et cela aussi rapidement que l'on voulait.

» 3° Cet alternateur, accouplé avec un autre alternateur de 250 kilowatts à la vitesse de 67 tours, ne pouvait être désynchronisé, même lorsque l'on supprimait toute introduction de vapeur dans le moteur qui conduisait le grand alternateur.

» 4° Employé comme moteur synchrone, il se prêtait parfaitement à la fourniture des courants déwattés destinés à relever le $\cos\varphi$ d'un réseau de distribution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des éthers boriques. Propriétés de l'éther triéthylborique*. Note de M. **H. Copaux**, présentée par M. Henri Moissan [1].

« Le bore est considéré comme un élément trivalent, capable de s'unir à lui-même, comme le carbone. On admet, en outre, que, par condensation et déshydratation partielle de son hydrate fondamental, BoO^3H^3, se forment de nouveaux hydrates, soumis eux-mêmes à des transformations analogues

[1] Travail fait au laboratoire d'Analyse de l'école de Physique et de Chimie de la Ville de Paris.

et indéfinies :

$$BO^3H^3, \quad B^2H^4O^5, \quad B^3H^5O^7, \quad \ldots,$$
$$BO^2H, \quad B^2H^2O^4, \quad B^3H^3O^6, \quad \ldots,$$
$$B^2O^3, \quad B^3H\,O^5, \quad \ldots.$$

Ainsi, le nombre de ces combinaisons, ou celui des éthers correspondants, est théoriquement illimité.

» Mais, en fait, on ne connaît que deux genres d'éthers boriques, découverts par Ebelmen en 1846 (1) et repris par Schiff, en 1867 (2), dans un travail étendu. Ce sont : les éthers trialcooliques, BO^3R^3, correspondant à l'hydrate normal, BO^3H^3, et les éthers monoalcooliques, BO^2R, dérivés du métahydrate, BO^2H.

» Les premiers sont des corps liquides, distillables, de composition certaine; les seconds, au contraire, indistillables et incristallisables, n'ont jamais donné de chiffres rigoureux à l'analyse. Ils constituent peut-être des mélanges ou des corps à poids moléculaire supérieur à l'unité.

» Mais, avant d'en entreprendre l'étude, il nous a semblé utile de compléter, autant que possible, l'histoire peu connue des borates trialcooliques. Nous avons choisi, comme l'exemple le plus favorable, celui du borate triéthylique $BO^3(C^2H^5)^3$.

» *Préparation du borate triéthylique.* — Trouvé par Ebelmen dans l'action de BCl^3 sur l'alcool, ce corps s'obtient, plus facilement et en grande quantité, par le procédé de Schiff : action directe de B^2O^3 sur l'alcool absolu, à 120°, en autoclave (sous une pression de 2 atmosphères environ) :

$$B^2O^3 + 3C^2H^6O = BO^3(C^2H^5)^3 + BO^3H^3.$$

» Nous n'exposerons pas les détails opératoires entièrement décrits dans le Mémoire de Schiff; qu'il nous suffise d'insister sur les précautions suivantes : opérer sur B^2O^3 fondu en plaques, ou concassé, mais non pulvérisé; prolonger la digestion pendant au moins vingt-quatre heures, ne pas dépasser la température de 120°; introduire enfin des intervalles de trois ou quatre heures dans le fractionnement du produit brut, afin de permettre le dépôt de BO^3H^3 dissous dans l'excès d'alcool.

» L'expérience, ainsi conduite, n'offre pas de difficulté. L'alcool, chargé de borate d'éthyle et séparé dans une première opération, rentre dans la suivante, et le rendement s'améliore en proportion de la quantité de matière préparée.

» *Propriétés du borate triéthylique.* — C'est un liquide de densité 0,887 à 0°,

---

(1) EBELMEN, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XVI, p. 129. — EBELMEN et BOUQUET, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XVII, p. 54.

(2) H. SCHIFF, *Ann. Liebig : Suppl.*, 5; p. 153.

incolore, possédant la saveur, l'odeur et la mobilité de l'alcool. Il bout à 119°,5, brûle avec une flamme verte et ne conduit pas le courant.

» La saponification immédiate par l'eau est la propriété chimique fondamentale du borate d'éthyle. Parmi les nombreux réactifs anhydres auxquels nous l'avons soumis, seuls, les corps suivants exercent des actions positives. Ce sont : le chlore, les éthylates alcalins et les alcalis.

» *Action du chlore.* — Le chlore déplace à froid l'hydrogène du borate d'éthyle, comme Hugo Schiff l'avait autrefois indiqué. Avant la fin de la chloruration, le liquide se prend subitement en une masse gélatineuse, ambrée, qui arrête complètement le passage du gaz et abandonne si difficilement les dissolvants que l'emploi du tétrachlorure de carbone est à rejeter.

» Dans une opération exécutée sur 60gr d'éther, l'augmentation de poids nous a permis de conclure à la fixation de cinq atomes de Cl pour une molécule de $BO^3(C^2H^5)^3$. La matière brute se carbonise facilement, même à température peu élevée; aussi l'avons-nous traitée par la potasse, afin d'en recueillir les produits de dédoublement.

» Il se forme alors une huile qu'on sèche sur $CaCl^2$, après décantation, et qu'on rectifie. La distillation abandonne un résidu charbonneux et fournit une seule fraction importante, du poids de 25gr, passant à 155°-158°. C'est un liquide jaune pâle, fumant légèrement à l'air et qui présente l'odeur pénétrante des éthers chlorés.

» Il distille avec décomposition partielle et possède la formule brute $C^4H^7Cl^3O$.

» Sa composition et ses propriétés correspondent à celles de l'éther trichloré, signalé par Jacobsen (¹) et préparé par M. Godefroy (²), $\begin{matrix} CHCl^2.CHCl \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>O$.

» *Action de l'éthylate de sodium.* — Lorsqu'une solution d'éthylate de sodium dans l'alcool absolu est additionnée de borate triéthylique, dans la proportion de leurs poids moléculaires, on observe un échauffement notable du liquide et, s'il est suffisamment concentré, la précipitation presque immédiate de cristaux abondants. On chasse l'excès d'alcool par distillation dans le vide, en permettant l'accès d'une petite quantité d'hydrogène sec, et la dessiccation de la masse est terminée sous une cloche, en présence de SO^4H^2 concentré. On obtient ainsi une poudre blanche, cristalline, absorbant l'humidité et l'acide carbonique de l'air, très soluble dans l'eau, avec décomposition, et de formule brute $BO^3(C^2H^5)^3 + C^2H^5ONa$.

» L'union de l'éthylate de sodium avec les éthers composés, en général, a été signalée, pour la première fois, par Beilstein (*Bull. Soc. chim.*, t. I, p. 14; 1859), puis par Geuther (*Bull. Soc. chim.*, t. XII, p. 369); mais ces combinaisons, très peu stables, régénèrent leurs composants par simple distillation. Celle-ci, au contraire, peut être chauffée jusqu'à 200°, sans régénérer le borate d'éthyle; au delà de cette température, elle charbonne sans fondre.

» En outre, ce corps n'est pas un simple produit d'addition.

» En effet, traité par l'iodure d'éthyle à 140°, en tube scellé, il n'engendre pas d'éther; la réaction est nulle. On doit donc admettre qu'il s'est formé, par union de

(¹) JACOBSEN, *Ber.*, t. IV, p. 217.

(²) GODEFROY, *Comptes rendus*, t. CII, p. 869.

l'éthylate de sodium et du borate triéthylique, un nouveau composé, contenant un atome de bore pentatomique, selon le schéma

$$B \equiv (OC^2H^5)^4.$$
$$\diagdown Na$$

» ACTION DES ALCALIS EN GÉNÉRAL. — *Soude et baryte.* — La soude fondue et la baryte, en solution alcoolique, fixent le borate d'éthyle, en formant des composés stables et inactifs envers C^2H^5I. D'après les compositions respectives de ces corps, la solution alcoolique de soude semble agir comme un mélange de NaOH et C^2H^5ONa, et l'éthylate de Ba comme une simple solution de BaO.

» *Analyse.* — Le carbone et l'hydrogène ont été déterminés par combustion, et les alcalis titrés par un acide, après dissolution dans l'eau d'un poids connu de matière.

» La détermination de l'acide borique a été faite volumétriquement, suivant un procédé que nous exposerons dans une Communication prochaine.

» En résumé, le borate triéthylique n'offre que des propriétés restreintes, par suite de son affinité pour l'eau, qui interdit l'emploi des réactifs aqueux. Il possède une tendance générale à perdre les éléments de l'oxyde d'éthyle, en se transformant en borate monoéthylique; il donne avec le chlore un composé substitué, dont le principal produit de saponification est l'éther trichloré.

» Enfin il forme, avec les alcalis anhydres et les alcoolates alcalins, des combinaisons stables. Celle de l'éthylate de sodium, en particulier, est le premier exemple certain de la pentatomicité du bore. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons de la phénylhydrazine avec les sels halogénés des métaux alcalino-terreux.* Note de M. **J. MOITESSIER**, présentée par M. Friedel.

« CHLORURE DE CALCIUM PHÉNYLHYDRAZINIQUE : $CaCl^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$. — Ce composé se prépare en versant la quantité théorique de phénylhydrazine dans une solution alcoolique de chlorure de calcium anhydre à 15 pour 100. Il se forme un abondant précipité, qui se dissout presque entièrement lorsqu'on porte le mélange à l'ébullition. Le liquide, filtré à chaud, donne par refroidissement de grandes tables rhomboïdales anhydres de chlorure de calcium phénylhydrazinique. Cette combinaison est très soluble dans l'eau, mais non déliquescente, soluble dans l'alcool surtout à chaud, insoluble dans l'éther anhydre; elle ne se décompose pas à 100°.

» *Le chlorure de strontium anhydre* se combine également avec la phénylhydrazine, mais la combinaison est facilement décomposée par les dissolvants usuels, qui lui enlèvent la phénylhydrazine.

» BROMURE DE CALCIUM PHÉNYLHYDRAZINIQUE : $CaBr^2.4(C^6H^5, Az^2H^3)3H^2O$. — Pour

obtenir ce composé, on ajoute la quantité théorique de phénylhydrazine à du bromure de calcium dissous dans son poids d'eau. Le mélange donne, par évaporation dans l'air sec, de longues aiguilles, qu'on essore, qu'on lave à l'éther anhydre et qu'on dessèche dans le vide. L'analyse de ces cristaux a donné respectivement pour le calcium, le brome et la phénylhydrazine, 5,82, 23,31 et 62,5 pour 100, les quantités calculées étant 5,83, 23,30 et 63. L'eau n'a pu être dosée directement, car le composé fond et se décompose à 100°. Le bromure de calcium phénylhydrazinique est très soluble dans l'eau, mais non déliquescent, soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther et dans le benzène. Le benzène bouillant lui enlève de la phénylhydrazine.

» *Le bromure de strontium anhydre* se combine aussi avec la phénylhydrazine. En chauffant 50^{gr} de chaque substance avec 100^{cc} d'alcool, on obtient un liquide homogène, qui laisse déposer, par refroidissement à 0°, une combinaison cristallisée renfermant 1 molécule de bromure de strontium pour 2 molécules de phénylhydrazine. Cette combinaison est déliquescente, très soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther anhydre, qui lui enlève peu à peu de la phénylhydrazine. En remplaçant dans la préparation précédente l'alcool par la moitié de son volume d'eau, on obtient une combinaison cristallisée hydratée, à laquelle l'éther et le benzène enlèvent très rapidement la phénylhydrazine.

» Iodure de strontium phénylhydrazinique. $SrI^2.4(C^6H^5,Ag^2H^3)$. — Cette combinaison s'obtient en faisant agir la phénylhydrazine sur l'iodure de strontium dissous dans son poids d'alcool à 50 pour 100. Par évaporation dans le vide, on obtient des cristaux prismatiques, qu'on essore et qu'on dessèche. La combinaison obtenue est déliquescente, très soluble dans l'alcool; elle se décompose à 100°.

» La phénylhydrazine ne se combine pas avec les fluorures alcalino-terreux, mais elle se combine avec certains fluorures de la série magnésienne, notamment avec le fluorure de zinc. Elle se combine également avec des sels cuivreux, avec le bromure de lithium $[LiBr^2.2(C^6H^5,Az^2H^3)]$, avec des oxalates et des benzoates de la série magnésienne

$$[C^2O^4Zn.2(C^6H^5,Az^2H^3) \quad \text{et} \quad (C^7H^5O^2)^2Zn.2(C^6H^5,Az^2H^3)].$$

J'ai aussi obtenu des combinaisons des naphtylhydrazines et de la benzidine avec des sels minéraux et avec des sels organiques.

» Je me propose de publier prochainement l'étude de ces diverses combinaisons. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche et dosage de la gélatine dans les gommes et substances alimentaires.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. Arm. Gautier.

« La remarquable propriété, que j'ai déjà plusieurs fois signalée ([1]), de la formaldéhyde, d'insolubiliser les matières albuminoïdes par la chaleur peut être utilisée pour la recherche et le dosage de la gélatine en général et spécialement de la gélatine ajoutée par fraude dans les gommes ou les substances alimentaires.

» Les procédés employés jusqu'à ce jour pour ce dosage sont empiriques et ne donnent qu'une approximation grossière de la quantité de gélatine introduite dans certains produits. En particulier, la détermination de la gélatine par le simple dosage de l'azote dans le mélange conduit à des résultats erronés.

» Pour la rechercher et doser dans la gomme arabique, on peut procéder de la manière suivante :

» On dissout la substance dans de l'eau, et l'on sépare, s'il y a lieu, les parties insolubles, soit par filtration, soit par décantation. Le liquide est évaporé et, une fois qu'il est à consistance sirupeuse, on y ajoute environ 1^{cc} d'aldéhyde formique du commerce; on continue à évaporer jusqu'à consistance pâteuse. Le résidu est repris par l'eau bouillante qui dissout la gomme inattaquée ainsi que les autres produits solubles. La présence de la gélatine se manifeste par un abondant dépôt de matière d'aspect corné, formé par de la gélatine insolubilisée. Pour en évaluer le poids, il faut enlever la gomme et les matières solubles retenues mécaniquement par le dépôt gélatiniforme. La filtration étant très longue, il est préférable de laisser décanter le liquide dans une éprouvette allongée. Au bout de vingt-quatre heures, le dépôt est complet; le liquide clair, ou légèrement opalescent, est décanté; on lave à l'eau bouillante la gélatine insolubilisée et préalablement broyée, jusqu'à ce que les réactifs appropriés indiquent qu'elle ne renferme plus ni gomme ni aucun des produits qui l'accompagnaient. Le précipité est finalement séché au bain-marie et pesé.

» Comme exemple, j'ai appliqué la méthode à deux mélanges, faits d'avance dans ce but, de gomme, de sucre et de gélatine.

» Le premier contenait 35^{gr} de gélatine, 20^{gr} de gomme, 10^{gr} de sucre; le mélange était dissous dans 500^{cc} d'eau; j'ai opéré sur 50^{cc} de cette dissolution. La gélatine a pu être isolée avec une approximation de 1 pour 100.

([1]) *Comptes rendus*, 1891.

» Dans un autre cas, le mélange contenait 35gr de gomme, 5gr de gélatine et la même quantité de sucre. La gélatine a été isolée avec une erreur de 0,5 pour 100.

» La méthode, comme on le voit, est suffisamment exacte pour la plupart des cas; la présence du sucre ne modifie pas les résultats. Il n'y a pas lieu de tenir compte de l'augmentation du poids de la gélatine par la fixation de la formaldéhyde, celle-ci passant presque intégralement dans les eaux, ce que j'ai vérifié par l'analyse. Ce fait est la conséquence de la différence considérable des poids moléculaires entre les matières albuminoïdes et la formaldéhyde.

» Pour reconnaître la gélatine dans les gelées du commerce, on suit une marche analogue : le procédé permet de différencier facilement les gelées artificielles de gélatine des gelées végétales naturelles.

» Pour doser la gélatine en présence de l'albumine ou de matières albuminoïdes coagulables par la chaleur, on commence par séparer ces produits en portant à l'ébullition. Dans tous les cas, il est préférable de faire l'addition de formaldéhyde dans le produit en consistance pâteuse : en solution étendue, il ne se forme aucun précipité ([1]).

» Les matières albuminoïdes insolubilisées par la formaldéhyde ne sont pas attaquées par les alcalis ou acides étendus; leur insolubilité dans l'eau bouillante, l'alcool, l'éther et les liquides neutres est complète.

» La méthode que je viens de décrire montre que la séparation des matières albuminoïdes par la formaldéhyde semble être applicable à un grand nombre de cas. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La culture des organismes inférieurs dans l'eau de mer diversement modifiée.* Note de MM. **P. Duflocq** et **P. Lejonne**, présentée par M. Duclaux.

« Les tentatives de culture des bactéries dans des liquides minéraux artificiels n'ont donné jusqu'ici que des résultats peu encourageants; ces liquides restent le plus souvent stériles, ou, quand le développement s'effectue, il est tout à fait pauvre et misérable. Aussi, comme je cherchais

---

([1]) Cette particularité a été signalée dans ma brochure : *Sur la formaldéhyde*, G. Carré, 1896.

un milieu de culture, sinon exclusivement minéral, du moins dépourvu de substances albuminoïdes en quantité pondérable, je me suis adressé à un liquide naturel, l'eau de mer.

» L'eau de mer, en effet, est surtout composée de sels minéraux et les autres substances qu'elle peut contenir n'y existent guère à l'état pondérable. Mais comme nous connaissons par le travail de Raulin l'influence prépondérante que peut avoir sur le développement d'une culture la présence d'une faible quantité d'un sel donné, j'ai pensé que les bactéries trouveraient probablement dans ce milieu, qui contient des traces d'un grand nombre de substances, les éléments nécessaires à leur nutrition.

» On sait enfin que la composition du milieu marin varie sensiblement d'une mer à l'autre : il est donc nécessaire d'indiquer que l'eau de mer employée provient de la plage de Dieppe, qu'elle a été recueillie dans des bouteilles stérilisées et qu'une fois arrivée dans mon laboratoire elle a été immédiatement passée à l'autoclave.

» La présente Note se rapporte uniquement à la culture des organismes inférieurs dans l'eau de mer diversement modifiée.

» L'eau de mer employée a été ramenée, par adjonction d'eau distillée, au titre de 9^{gr} de sels par litre, J'ai ajouté à ce liquide, sous forme de sels variés, l'azote et le phosphore nécessaires à toute manifestation vitale.

» Parmi les divers liquides employés, trois ont paru plus particulièrement favorables; ils sont ainsi composés :

Liquide A.

Eau de mer	100^{gr}
Eau distillée	275
Lactate d'ammonium	2,60
Phosphate d'ammonium	0,50

» On alcalinise, puis, après passage à l'autoclave à 115°, on filtre pour se débarrasser d'un abondant précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

Liquide C.

Eau de mer	100^{gr}
Eau distillée	275
Lactate d'ammonium	2,50
Phosphate de soude	0,82

» On alcalinise également et l'on filtre, après chauffage, pour avoir un liquide clair.

Liquide E.

Eau de mer	100 gr
Eau distillée	275
Azotate d'ammoniaque	1
Glycéro-phosphate de soude	0,30

» Ce liquide est neutre; on l'alcalinise légèrement et il ne produit pour ainsi dire pas de précipité.

» Dans ces divers liquides, mon interne Lejonne et moi, nous avons tenté la culture d'un certain nombre de bactéries et de champignons; enfin, en ajoutant de la gélose, nous avons obtenu des milieux solides correspondants où les organismes inférieurs se sont également développés.

» Nous avons cultivé ainsi six générations successives de chaque bactérie ou champignon.

» La première génération a été obtenue en ensemençant très largement chaque liquide avec une culture développée sur gélose ordinaire. Après un temps variant de huit jours à un mois, le microrganisme s'est acclimaté dans le nouveau milieu.

» Avec quelques gouttes de la culture acclimatée nous avons alors ensemencé des tubes de deuxième génération qui se sont développés beaucoup plus vite, en quatre à dix jours.

» Nous avons procédé de même, mais à des intervalles de plus en plus rapprochés, pour obtenir des troisièmes, quatrièmes, cinquièmes et sixièmes générations.

» Enfin, chaque génération développée dans les liquides a été reportée sur le milieu solide correspondant de gélose à l'eau de mer et nous avons obtenu également des cultures abondantes.

» Certains germes ont été ainsi conduits jusqu'à la huitième et la neuvième génération.

» Il nous semble permis de dire que les microrganismes qui ont satisfait à ces conditions prospèrent sur nos milieux à l'eau de mer.

» Les organismes inférieurs qui nous paraissent actuellement acclimatés sont, parmi les bactéries pathogènes, le *bacille pyocyanique,* le *bacille virgule du choléra,* le *pneumobacille de Friedlander,* le *bacille de la psittacose* et le *bacille de la fièvre typhoïde*. Nous avons encore eu des cultures abondantes avec le *B. subtilis,* bacille non pathogène.

» Enfin, parmi les Champignons, nous pouvons citer l'*Aspergillus niger,* le *Muguet,* l'*Actinomyces* et la *Teigne*.

» Tous ces organismes inférieurs ont donné des cultures très abondantes sur les liquides et géloses A et C. Le développement a été beaucoup moins accentué sur le liquide E.

» Nous nous proposons d'indiquer ultérieurement l'influence de nos milieux à l'eau de mer sur la morphologie des germes et sur les sécrétions microbiennes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la bactérie du sorbose sur les sucres aldéhydiques* (1). Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« On a vu que la bactérie du sorbose, cultivée en présence de divers alcools plurivalents, transformait les uns en cétoses et laissait les autres inattaqués, suivant leur structure stéréochimique (2).

» J'ai voulu savoir, à la suite des expériences que j'ai publiées sur l'oxydation biochimique du xylose (3), si la bactérie ferait une sélection analogue entre les sucres aldéhydiques qui correspondent à ces alcools, et, dans ce but, j'ai entrepris de nouvelles cultures avec des bouillons additionnés d'arabinose, de dextrose et de galactose.

» Ces nouvelles cultures, réalisées dans des conditions absolument comparables à celles qui ont été décrites pour le xylose, ont présenté, quant au développement de la zooglée bactérienne et à la réaction finale du liquide, les mêmes particularités.

» Semblablement aussi, le rapport entre le poids de sucre disparu pendant la culture et celui de l'acide formé s'est montré conforme à l'hypothèse d'une transformation presque complète de ce sucre en un acide monobasique, par fixation d'un atome d'oxygène sur le groupement aldéhydique :

$$\begin{array}{lcl} \mathrm{COH} & + \mathrm{O} = & \mathrm{CO.OH} \\ | & & | \\ (\mathrm{CH.OH})_n & & (\mathrm{CH.OH})_n. \\ | & & | \\ \mathrm{CH_2OH} & & \mathrm{CH_2OH} \end{array}$$

(1) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

(2) G. Bertrand, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 762; 1898.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 124; 1898.

» Ainsi, en opérant sur 250^{cc} de bouillon, c'est-à-dire sur 5^{gr} de sucre, j'ai trouvé, après vingt-cinq jours de culture :

	Sucre disparu.	Acide correspondant.	Acide trouvé.
Avec l'arabinose.........	0,66	0,73	0,74
» le dextrose.........	1,39	1,51	1,27
» le galactose........	3,18	3,46	3,62

» **Je me suis alors assuré de la nature de l'acide produit dans chaque cas en le séparant à l'état de sel qui a été analysé et identifié, par l'examen de son pouvoir rotatoire, avec celui qu'on obtient, à partir du même sucre, en se servant des procédés ordinaires de la Chimie.**

» Pour cela 2^{lit} à 3^{lit} de culture, séparés des zooglées, ont été mis à bouillir pendant un quart d'heure, avec du carbonate de calcium, puis filtrés et ramenés à un petit volume, par distillation dans le vide. En ajoutant un peu d'alcool au résidu, il s'est séparé en quelques jours un dépôt cristallin et peu coloré de sel de calcium qu'on a purifié par de nouvelles cristallisations. Voici les données numériques relatives aux sels obtenus :

1° *Culture sur arabinose.*

» *Sel obtenu :* Arabonate de calcium $(C^5H^9O^6)^2Ca + 5H^2O$.

» *Analyse :*

	Trouvé.	Calculé.
Eau d'hydratation..............................	19,63	19,56
Calcium..	8,73	8,69

» *Examen polarimétrique :* 1^{gr} de sel dans quantité suffisante d'acide chlorhydrique normal pour faire 20^{cc}; température : $+22°$; longueur du tube : 30^{cm}.

	Sel de fermentation.	Sel ordinaire.
Déviation un quart d'heure après la dissolution....	$-1°.55'$	$-2°.00'$
» vingt-quatre heures après la dissolution (constante)............................	$-5°.08$	$-5°.18'$

2° *Culture sur dextrose.*

» *Sel obtenu :* Gluconate de calcium $(C^6H^{11}O^7)^2Ca + H^2O$.

» *Analyse :*

	Trouvé.	Calculé.
Calcium..................	8,97	8,91

» *Examen polarimétrique :* $1^{gr},500$ de sel dissous à chaud dans quantité suffisante

d'eau distillée pour faire 30^{cc}; température de l'observation : $+20°$; longueur du tube : 30^{cm}.

	Sels	
	de fermentation.	ordinaire.
α	$+0°.56$	$+0°.56'$
d'où $[\alpha]_D$	$+6°.13$	$+6°.13'$

3° *Culture sur galactose.*

» *Sel obtenu :* Galactonate de calcium : $(C^6H^{11}O^7)^2Ca + 5H^2O$ [1].

» *Analyse :*

	Trouvé.	Calculé.
Calcium	7,70	7,69

» *Examen polarimétrique :* $1^{gr},500$ de sel dans quantité suffisante d'acide chlorhydrique normal pour faire 30^{cc}; température de l'observation : $+15°$; longueur du tube : 30^{cm}.

	Sels	
	de fermentation.	ordinaire.
Déviation un quart d'heure après la dissolution.	$-1°.30$	$-1°.38'$
» vingt-quatre heures après la dissolution (constante)	$-6°.00$	$-0°.60'$

» Ces résultats établissent nettement que les sucres aldéhydiques, aussi bien ceux qui renferment un oxhydrile secondaire attaquable par la bactérie, comme l'arabinose et le dextrose, que ceux qui n'en contiennent pas, comme le xylose ou le galactose, subissent la même transformation chimique. Ils contrastent au premier abord avec la différenciation à laquelle on pouvait peut-être s'attendre; mais, en considérant que la transformation de l'aldéhyde en acide dégage, en général, plus de chaleur que celle de l'alcool secondaire en cétone, on aura, en quelque sorte, l'explication

(1) J'ai aussi obtenu, en saturant la culture avec du carbonate de cadmium, le sel double de calcium et de cadmium :

	Trouvé.	Calculé pour $\left.\begin{matrix}(C^6H^{11}O^7)^2Cd\\(C^6H^{11}O^7)^2Ca\end{matrix}\right\rangle 9H^2O$.
Eau de cristallisation	14,74	14,81
Cadmium	10,18	10,21
Calcium	3,79	3,65

de cette uniformité; on comprendra que la bactérie, placée en présence des différents sucres énumérés, utilise d'abord la réaction la plus rémunératrice, c'est-à-dire l'oxydation de leur groupement commun, de leur groupement aldéhydique. »

PHOTOGRAPHIE. — *L'instantané dans la Photographie sous-marine.* Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans un Mémoire publié en 1893 (¹), j'ai donné la reproduction des premières photographies sous-marines que j'avais obtenues au laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer. Je n'avais à ma disposition qu'un appareil très rudimentaire, que j'allais placer au fond de la mer à l'aide du scaphandre. Une pose d'une demi-heure environ était nécessaire pour obtenir les clichés. Dans ces conditions, les photographies, malgré la curiosité qu'elles excitaient, étaient loin de me satisfaire. Le fond de l'eau est toujours plus ou moins en mouvement et, à la suite d'une pose de plusieurs minutes, les images sont nécessairement peu nettes. Ce n'était là qu'un premier pas vers le but à atteindre. Pour que la Photographie sous-marine pût entrer dans une voie pratique, il fallait diminuer le temps de pose et arriver à l'instantané. J'ai donc été amené à chercher un dispositif qui permît d'opérer dans les conditions de rapidité voulue.

» Les nouveaux appareils ont été construits de toutes pièces au laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer. J'ai trouvé dans le mécanicien de la station, David, un collaborateur dévoué auquel je dois, en grande partie, le succès final de mes expériences (²).

» Voici les principaux résultats obtenus :

» Dans plusieurs clichés, dont je mets les épreuves non retouchées sous les yeux de l'Académie, on aperçoit très nettement des bandes de poissons qui ont été photographiés en pleine liberté à $1^{m},50$ à 2^{m} de l'objectif, sous

(¹) L. Boutan, *Mémoire sur la Photographie sous-marine* (*Archives de Zoologie expérimentale et générale*, t. I, 3ᵉ série, 1893).

(²) L'appareil que j'ai utilisé pendant le mois de septembre est un appareil pour plaque 18 × 24 muni d'un objectif anastigmat symétrique de la maison Darlot et d'un châssis à six plaques imaginé par David, le mécanicien du laboratoire. Je me réserve de donner une description complète de cet appareil, dans un Mémoire plus étendu. Je dois aussi des remercîments à M. Marcel Gorse, qui est venu spécialement s'établir à Banyuls-sur-Mer pour m'aider à développer les clichés.

une épaisseur d'eau de 3^m, *sans autre lumière que celle fournie par le soleil.*

» Pour mieux les détacher du fond, j'ai immergé un écran peint en blanc, devant lequel on jetait des amorces destinées à attirer les animaux dans le champ de l'objectif. Cette précaution n'est d'ailleurs pas indispensable puisque, dans certains clichés, on distingue nettement les poissons se projetant sur un fond de sable. Pour obtenir de bonnes épreuves, il suffit que les animaux soient bien au point. Cette condition remplie, la netteté de l'image est suffisante pour qu'on puisse compter, à la loupe, les écailles sur le cliché.

» J'ai également photographié, à titre de curiosité, le scaphandrier placé sur un fond d'algues à 3^m de profondeur et à une distance de 4^m de l'objectif. L'image obtenue est presque aussi nette que celle qu'on pourrait avoir à la surface du sol.

» Enfin, pour prouver avec quelle rapidité on peut opérer, je me suis fait photographier par l'habile mécanicien du laboratoire, à une profondeur de 3^m, au moment où je plongeais pour venir me placer devant l'objectif.

» Pour obtenir ces instantanés, j'avais pensé d'abord qu'il me serait indispensable de réfléchir les rayons solaires de manière à les faire pénétrer normalement dans l'eau. J'avais donc installé, à bord du bateau du laboratoire, un système encombrant de glaces, destiné à cet usage.

» Pour faciliter la pénétration normale des rayons, je faisais également filer, pendant le cours des expériences, une certaine quantité d'huile, destinée à empêcher le mouvement des vagues. Je n'ai pas tardé à reconnaître que ces précautions étaient inutiles et que, par une belle journée de septembre, lorsque le soleil était assez haut sur l'horizon, la pénétration de la lumière solaire était suffisante pour opérer sans dispositifs spéciaux.

» A la suite des expériences dont je viens d'exposer le résultat, on peut prévoir que la Photographie sous-marine va entrer dans une phase nouvelle.

» S'il est possible, en effet, de prendre des instantanés à l'aide de la lumière solaire, alors que les rayons ont traversé une épaisseur d'eau de plusieurs mètres [1] avant de frapper l'objet et de revenir à l'objectif, il est incontestable que d'aussi bons résultats pourront être obtenus en pla-

---

[1] J'estime qu'on peut prendre de bons instantanés jusqu'à 7^m ou 8^m de profondeur, lorsque le temps est favorable.

çant une source lumineuse puissante, au niveau de l'appareil lui-même, pour éclairer le champ photographique.

» Partant de ces données, le nouvel appareil pourra être immergé à une profondeur quelconque. Malheureusement ce dispositif nouveau exige la construction de lampes spéciales, l'emploi d'une source électrique puissante et l'achat d'accumulateurs de grande surface.

» Sera-t-il possible de faire, dans la station fondée par M. de Lacaze-Duthiers, une nouvelle dépense aussi considérable? Dois-je oser l'espérer?

» Cependant, il y aurait un grand intérêt pratique à réaliser un appareil pouvant être immergé à une profondeur qui ne serait plus limitée que par la résistance de l'appareil à la pression extérieure de l'eau. Cela ne paraît plus être qu'une question de construction, puisque la photographie du scaphandre dont j'ai parlé plus haut a été faite à l'aide de l'appareil immergé, mais manœuvré hors de l'eau. »

ZOOLOGIE. — *Les stades post-larvaires des Arénicoles.* Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Au Congrès de Cambridge, en août 1898, j'ai avancé que les genres *Clymenides* et *Branchiomaldane* devaient disparaître, ainsi que la famille des Clyménidiens, parce qu'ils ne sont que des stades post-larvaires des Arénicoles, le *Clymenides sulfureus* (Clp.) étant un stade jeune de l'*Arenicola marina* (L.); les *Cly. ecaudatus* (Mes.), *Cly. incertus* (Mes.) et *Branchiomaldane Vincenti* étant des états successifs de l'*A. branchialis* (Aud. Edw.), espèce qu'avec de Saint-Joseph je considérais alors comme synonyme d'*A. Bœckii* (R.) et d'*A. ecaudata* (Jhnst.).

» Ces conclusions furent formellement contestées par M. F. Mesnil, qui affirmait l'existence autonome de ces deux genres et refusait d'y voir des stades jeunes d'Arénicoles.

» Depuis (septembre et octobre 1898) j'ai retrouvé en assez grande quantité, à Cherbourg et aux environs, des *Cly. ecaudatus* (Mesnil) à différents états de développement et des *A. branchialis* de toutes les tailles. J'ai constaté que, sous ce dernier nom, on a réuni à tort deux espèces bien distinctes :

» 1° *Arenicola ecaudata* (Johnston) [*A. Bœckii* (R.)] qui a 15 à 16 segments antérieurs, unciginères, abranches; jusqu'à 42 paires de branchies et 62 segments sétigères; des tores uncinigères moins saillants que dans l'espèce suivante, une coloration ordinai-

rement (mais non toujours) moins foncée, 12 à 13 paires de néphridies. Les vaisseaux dorso-pédieux cessent de partir du vaisseau sous-intestinal pour naître du vaisseau dorsal au seizième segment uncinigère, les diaphragmes reparaissent vers le dix-huitième. Les otolithes sont des sphères claires, réfringentes, présentant toujours au centre une masse plus ou moins considérable de fines granulations très foncées. On en trouve un assez grand nombre de tailles très différentes.

» 2° *Arenicola Grubii* Clp. qui a 11-12 uncinigères abranches, très rarement plus de 30 paires de branchies et qui ne semble pas dépasser normalement 45 sétigères; tores uncinigères très saillants, 5 paires de néphridies, mutation du dorso-pédieux au douzième uncinigère, diaphragmes reparaissant vers le quinzième. Les otolithes dont Ehlers a donné une bonne description sont parfois colorés en brun, mais toujours homogènes et dépourvus des granulations que l'on rencontre dans ceux de l'espèce précédente.

» Les deux espèces présentent souvent de 1 à 5 segments *sétigères* postérieurs *abranches*, quand les spécimens sont entiers, ce qui est relativement rare, surtout parmi les individus de grande taille, à cause de la faculté que possèdent ces Arénicoles de perdre par autotomie un certain nombre de segments postérieurs lorsqu'elles sont soumises à une vive excitation ou à des conditions défavorables, ainsi que j'ai pu m'en assurer plusieurs fois.

» Les segments ainsi amputés ne paraissent pas pouvoir être régénérés.

» J'ai retrouvé des *Cly. ecaudatus* (Mesnil) ayant de 42 à 63 sétigères, les uns complètement abranches, les autres n'ayant encore que 4-5 paires de branchies encore à l'état de simple mamelon comme dans le stade de Benham; des individus à branchies plus nombreuses encore simples, puis bifurquées et enfin ramifiées. Quand les branchies ont atteint ce dernier état, l'animal quitte les touffes d'algues dans lesquelles il vivait pour s'enfouir dans le sable vaseux où il se creuse une galerie et vit exactement comme l'*A. ecaudata* adulte dont il ne diffère plus que par la taille. La structure particulière des otolithes et les douze paires de néphridies indiquent d'ailleurs beaucoup plus tôt que ce *Clymenides* est bien le stade post-larvaire de l'*A. ecaudata* (Jhnst.) [1].

» M. Mesnil ayant eu l'obligeance de me procurer quelques *Branchiomaldane Vincenti* (Lgh.), identiques au type de Langerhans, j'ai pu constater qu'en effet cet animal est différent du stade *Branchiomaldane* de l'*A. ecau-*

---

[1] J'ai obtenu en aquarium la transformation complète du *Clymenides ecaudatus* en *A. ecaudata* de 5^{cm} de longueur en l'espace d'un mois.

data avec lequel je l'avais confondu. Il en diffère surtout par l'absence d'otocystes, par le nombre des néphridies (4 paires) et par ses branchies moniliformes ne commençant qu'au vingt-deuxième sétigère. Enfin, c'est un animal adulte, car on le trouve avec des œufs bien développés.

» Par contre, c'est bien une Arénicole par toute son anatomie, et l'absence d'otocystes ne me paraît pas suffire pour en faire un genre distinct puisque chez l'*A. Claparedii* (Lev.) ces organes font presque entièrement défaut, étant réduits à de simples cryptes du tégument, sans otolithes. C'est une arénicole naine arrêtée au stade *Branchiomaldane*.

» *En résumé*, au lieu des deux séries que j'avais établies, il en existe trois :

» 1er stade : *Clymenides incertus* (Mes.); *Arenicola* (*Branchiomaldane*) *Vincenti* (Lgh.);

» 2e stade : *Cly. sulfureus* (Clp.); *stade Benham; A. marina* (L.);

» 3e stade : *Cly. ecaudatus* (Mes.); *stade Branchiomaldane; A. ecaudata* (Jhnst.).

» Il reste à trouver les stades *Clymenides* et *Branchiomaldane* de l'*A. Grubii*. »

ZOOLOGIE. — *Les yeux céphaliques chez les Lamellibranches.* Note de M. **Paul Pelseneer** (¹).

« 1. Il existe, chez des Lamellibranches adultes, une paire d'yeux céphaliques, distincts et bien constitués; ils sont formés par des fossettes à paroi pigmentée, remplies par un cristallin cuticulaire : ils ont donc une structure intermédiaire entre les yeux de *Trochus* et de *Patella*.

» 2. Ces organes paraissent spéciaux à la plupart des genres de Mytilidées (*Mytilus, Lithodomus, Modiolaria*) et au genre voisin *Avicula* proprement dit (à l'exclusion de *Meleagrina*).

» 3. Ils se rencontrent chez la larve et chez l'adulte, mais n'apparaissent toutefois (*Mytilus*) que sur les larves dont les premiers filaments branchiaux sont déjà constitués.

» 4. Ils se trouvent placés à la base et sur la face axiale du premier filament de la lame branchiale interne et sont innervés par le centre cérébral. Dans la larve, ils sont situés *en dehors* du bord postérieur du vélum.

(¹) Travail du laboratoire de Zoologie maritime de Wimereux (Pas-de-Calais).

» 5. Ils paraissent homologues aux yeux larvaires des Chitons, qui sont aussi en dehors du vélum et aux côtés de la région céphalique, mais non aux yeux céphaliques des Gastropodes, qui prennent naissance *dans* le champ vélaire. »

BOTANIQUE. — *Sur les Chlamydomonadinées.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« Les Chlamydomonadinées constituent un groupe de transition qui, ainsi que nous l'avons montré dans nos recherches précédentes, établit un passage entre les Flagellés et les Chlorophytes; c'est un des premiers échelons de la série végétale. On y voit en effet apparaître, pour la première fois, la nutrition holophytique; il semble que ce soit aussi chez ces Algues, ou leurs ancêtres directs, que s'est manifestée tout d'abord la sexualité; son existence entraîne une alternance dans la reproduction agame et la reproduction sexuelle qui se retrouve dans presque tous les végétaux.

» Les Chlamydomonadinées semblent donc former le pivot principal du règne végétal; tout ce qui touche à leur organisation, à leur structure, à leur développement, intéresse la série tout entière des Chlorophytes.

» Le plan que nous avons tracé récemment de l'évolution végétale, dans ses rapports avec la nutrition (1), indique les points qui doivent attirer de préférence l'attention des naturalistes. Il est certain qu'une étude approfondie des Chlamydomonadinées était devenue nécessaire.

» Nos recherches ont porté principalement sur les points suivants :

» 1° *Distinction, dans la cellule, du protoplasma proprement dit et du chromatophore.* — Dans presque tous les cas, les doubles colorations nous ont permis d'établir une limite nette entre le protoplasma et le chloroleucite; nous avons réussi de la sorte à compléter certaines descriptions et à rectifier de nombreuses erreurs; l'unique chloroleucite de la cellule a parfois sa masse traversée par des trabécules protoplasmiques. La structure du protoplasma est homogène ou granuleuse; on y distingue parfois un reticulum à mailles fines; celle du chloroleucite est alvéolaire; les alvéoles, de grandeur variable, contiennent les grains d'amidon.

» 2° *Structure du noyau et son mode de division.* — La structure du

---

(1) P.-A. Dangeard, *L'influence du mode de nutrition dans l'évolution de la plante* (*Le Botaniste,* 6e série, 26 mars 1898).

noyau varie beaucoup plus qu'on ne l'a supposé; c'est ainsi que l'intervalle compris entre la membrane nucléaire et le nucléole reste parfois complètement insensible à l'action des réactifs; plus souvent il se colore uniformément en rouge ou en bleu; enfin on peut y distinguer des granulations chromatiques à l'état de fin pointillé; lorsqu'elles sont plus grosses, on aperçoit, assez rarement du reste, un reticulum de linine.

» La karyokinèse est de règle dans cette famille; la découverte de la division indirecte dans presque tous les genres (*Chlorogonium, Phacotus, Carteria, Chlamydomonas*) constitue l'un des résultats les plus importants de ce travail. Nous avons réussi à compter le nombre des chromosomes, qui est constant dans une même espèce, mais variable dans les espèces voisines et les différents genres; les divers stades de la karyokinèse rappellent exactement ceux que l'on a décrits dans les plantes supérieures; nous ne saurions nous prononcer encore définitivement sur l'existence de centrosomes.

» 3° *Mode de bipartition de la cellule dans la formation des zoospores et des gamètes.* — Les cloisons et, par suite, les lignes de séparation des cellules filles sont perpendiculaires au fuseau achromatique. Celui-ci, d'autre part, a une orientation qui dépend en grande partie tout au moins de la disposition relative du protoplasma et du chloroleucite dans la cellule; il en résulte que nous connaissons maintenant la raison principale qui fait que les divisions sont tantôt longitudinales, tantôt transversales.

» 4° *Mode de réduction du nombre des chromosomes.* — Le nombre des chromosomes est le même dans les sporanges ordinaires et dans les gamétosporanges; nous nous sommes assuré que, chez ces derniers, il reste constant au cours des bipartitions successives. La réduction chromatique n'a donc pas lieu avant la fécondation, ce qui vient à l'appui des idées que nous avons émises tout récemment sur la signification de la reproduction sexuelle; il est tout à fait probable qu'elle se fait à la germination de l'œuf.

» 5° *Phénomènes de fécondation.* — Dans les deux gamètes qui s'unissent pour former l'œuf, les noyaux qui se fusionnent ne présentent aucune différence sensible, ni de grosseur, ni de structure; on y distingue un nucléole et, en général, des granules chromatiques; il y a une attraction manifeste entre les deux noyaux qui arrivent au contact; en ce point, la membrane nucléaire disparaît; les deux nucléoles restent quelque temps distincts, puis se fusionnent en un nucléole unique qui augmente de volume, ainsi que le noyau lui-même. En somme la fusion des noyaux se présente

exactement comme dans la baside ou l'asque des Champignons supérieurs, comme dans l'oosphère d'un *Œdogonium* ou d'une Vauchérie. »

GÉOLOGIE. — *Sur divers faits nouveaux de la géologie des Alpes dauphinoises.* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« L'achèvement des travaux nécessaires au levé de la feuille de Briançon de la Carte géologique de France, dont une notable partie m'avait été confiée, m'a permis de constater un certain nombre de faits nouveaux.

» Les plus intéressantes de ces observations peuvent être résumées comme il suit :

» A. Les principaux plis post-jurassiques (alpins), observés par M. Termier (¹) dans le massif du Pelvoux, se poursuivent au nord de la Romanche, en dehors du massif cristallin, et se continuent *jusqu'en Maurienne,* sous la forme d'anticlinaux liasiques et de synclinaux bajociens, dont la nature uniformément schisteuse et la teinte sombre et monotone avaient, jusqu'à ce jour, empêché de reconnaître la présence.

» C'est ainsi que, à l'est des Grandes-Rousses, le synclinal du Cuculet (Alpe du mont de Lans) se poursuit par Saint-Denis (Besse) jusqu'au col des Prés-Nouveaux; le plateau de Paris se continue au nord par un bombement sinémurien qui devient bientôt isoclinal (nord de Reftord); des bandes bajociennes permettent de suivre, vers le nord-ouest, après un brusque rebroussement, déjà indiqué par M. Termier, les plis synclinaux du col de la Lauze (la Grave) et du vallon de l'Alpe d'Arsine, tandis que l'amygdaloïde de la Meije et celui de Combeynot correspondent, le premier à l'anticlinal sinémurien Puy Golèfre-Signal de la Grave, le second à un anticlinal triasico-liasique fortement étiré (col de Côte Pleine-Pramelier ouest du Goléon).

» Tous ces plis sont isoclinaux et régulièrement déversés vers l'ouest (à pendage est); ils vont se raccorder au nord avec les accidents déjà connus des environs de Saint-Jean-de-Maurienne, dans la continuation desquels s'ouvre à son tour l'amygdaloïde du mont Blanc (²).

» B. Dans le Briançonnais septentrional, on rencontre à l'est des plis précédents et succédant à la zone anticlinale étirée et refoulée sur les

---

(¹) P. Termier, *Sur la tectonique du massif du Pelvoux* (*Bulletin de la Société géologique de France,* 3e série, t. XXIV, p. 734; 1896).

(²) Voir les travaux de MM. Marcel Bertrand, Révil, Ritter, et les nôtres.

schistes jurassiques de l'ouest (ouest du Goléon, Pramelier, col de Côte Pleine), dont nous avons parlé :

» 1° Une bande de flysch (Trois-Évêchés, Monetier-les-Bains) représentant une zone synclinale;

» 2° Une zone caractérisée par de nombreux chevauchements et des étirements énergiques. C'est celle dont j'ai décrit déjà une portion au col du Galibier; elle se continue au sud-est jusqu'au Monetier; elle passe alors sur la rive droite de la Guisane où l'a étudiée M. Termier;

» 3° Une zone anticlinale dite *zone houillère*, remarquable par le grand développement qu'y prennent les assises carbonifères et par l'abondance des pointements éruptifs qui y accompagnent les grès houillers. Quelques *synclinaux isolés*, formés surtout de couches triasiques avec noyaux de jurassique supérieur (Grand-Aréa, Roche du Queyrellin, Grande-Manché, etc.), et habituellement droits ou très peu déversés vers l'est, accidentent cette zone houillère qui continue en Dauphiné l'éventail bien connu de la vallée de l'Arc.

» 4° A l'est de cette bande anticlinale, les plis, formés de couches plus récentes (trias, jurassique, un peu de flysch), sont déversés vers l'est. Il existe dans ce faisceau de plis isoclinaux (à pendage ouest) déversés vers l'Italie et qui se poursuit sans interruption de Modane à Rochebrune et Maurin (Haute-Ubaye), en passant par Névache et Cervières, c'est-à-dire à l'est de Briançon, des synclinaux multiples jalonnés par des affleurements de brèche liasique et de jurassique supérieur, non encore signalés jusqu'à présent. Telles sont les bandes de marbre rouge de l'Olive, de la Batterie de la Lame, de Gaffouille, du versant est de la Grande-Maye, du Clot de la Cime (col Izoard), la brèche liasique du flanc est de la Chirouze, etc. Le flysch a été conservé en quelques rares points (position de l'Enlon près l'Olive, Clot de la Cime).

» 5° Zone du Piémont, formée de schistes lustrés et de *pietre verdi*. Ces diverses zones tectoniques ne coïncident pas toujours exactement avec les zones de sédimentation ([1]) du trias et du lias. On peut, en outre, observer en quelques points un passage graduel entre les divers types (par exemple entre le lias calcaréo-bréchoïde et le lias *dauphinois* aux environs du Lautaret, des Vigneaux, du Lauzet, etc.). Ces faits permettent d'affirmer que, par suite des conditions mécaniques du plissement, les déplacements latéraux n'ont pas eu dans la région une ampleur suffisante

([1]) Ces zones de sédimentation feront l'objet d'une Note ultérieure.

pour produire, comme dans d'autres parties des Alpes, des *charriages* lointains.

» D. Il convient d'attirer l'attention sur les nombreux *pointements éruptifs* dont de récentes explorations m'ont révélé l'existence dans divers points du Briançonnais. Ce sont, notamment, les microdiorites [1] du col du Raisin, du Perrou, du Merdaret, qui forment, avec les gisements déjà connus du Chardonnet, une véritable *traînée* de filons-couches dans les grès houillers; les microgranulites [1] de Serre-Barbin, les variolites du col Tronchet (est de Brunissart), etc.

» En plusieurs lieux, de véritables *schistes cristallins* [1] se présentent associés à des roches d'origine évidemment éruptive (l'Alpet, près du mont Genèvre, pied ouest du Chaberton, col Tronchet, nord-ouest de Villargaudin) et se révèlent comme *le résultat du laminage de ces roches* et de leur transformation par le dynamométamorphisme.

» A l'Alpet ces schistes cristallins sont intimement liés à une *brèche* où leurs débris sont associés à des fragments de quartzites et de dolomies triasiques. »

HYDROLOGIE. — *Sur quelques lacs des Pyrénées-Orientales, des Hautes-Pyrénées et des Basses-Pyrénées.* Note de MM. **André Delebecque** et **Etienne Ritter**, présentée par M. Michel Lévy.

« Pendant le mois d'août 1898, nous avons, avec le concours de M. John Demierre, déterminé la profondeur de vingt-deux lacs des Pyrénées, qui n'avaient point encore été explorés.

» Voici les résultats que nous avons trouvés :

Lacs du massif de Carlitte (Pyrénées-Orientales).

Lac Noir (près du lac de Pradeilles)	24^{m},50 (fond très irrégulier).
Lac del Casteilla	19,30
Lac de Pradeilles	15 (fond très irrégulier),
Lac de l'Estallat	14,50
Lac Treben	13,50
Lac de Commassa d'amont	11,40
Lac del Vive	10,20

(1) Ces diverses roches seront étudiées au point de vue pétrographique par M. Termier.

Lac Noir (près du lac de Commassa)........	7,20
Lac Long (près du lac de l'Estallat).........	6,70
Lac de Las Dougnes........................	5,10
Lac de Soubirans..........................	5
Lac de Commassa d'aval....................	4,20
Lac de Baleil.............................	3

» Citons aussi le marais de la Bouillouse, qui formait autrefois un lac beaucoup plus étendu que les précédents.

» Deux de ces lacs, ceux de Pradeilles et de Las Dougnes, présentent la particularité très rare d'avoir deux déversoirs : l'un vers la Tet, l'autre vers la Sègre. D'autre part, le lac Noir (près du lac de Commassa), qui s'écoule dans le bassin de la Sègre, est séparé par un seuil à peine sensible du lac très voisin del Vive, qui envoie ses eaux à la Tet.

Lacs des environs de Barèges (Hautes-Pyrénées).

Lac de Louey-Négré (au pied du Néouvieille)...	34^{m},10	
Lac d'Oncet (au pied du pic du Midi de Bigorre).	17,70	(fond très irrégulier).
Lac Glaire d'amont (au pied du Néouvieille)...	16,40	
Lac Glaire d'aval (au pied du Néouvieille).....	8,70	

Lacs situés aux abords du pic du Midi d'Ossau (Basses-Pyrénées).

Lac Barsaou..............................	32^{m},50
Lac d'Ayons ou Gentaou....................	19
Lac Romassot.............................	15,50
Lac d'Aule...............................	4,90
Lac du Milieu (Entre Romassot et Ayons).....	2,75

» Les lacs Barsaou et Romassot n'ont pas de déversoir et leur écoulement se fait par un canal sous-lacustre.

» Tous ces lacs paraissent devoir leur origine à l'action des glaciers, à l'exception des lacs Barsaou et Romassot qui semblent être des lacs de karst, produits par l'érosion en terrain fissuré, et du lac d'Oncet, qui a été formé par un éboulement et qui se comble peu à peu par les avalanches.

» Le lac de Louey-Négré, les deux lacs Glaire et les lacs du plateau de Carlitte, à l'exception des lacs del Casteilla, Treben et de Soubirans, sont dans le granit; le lac del Casteilla est au contact du granit et des schistes siluriens; les lacs Treben et de Soubirans sont dans les schistes siluriens. Quant aux lacs des abords du pic du Midi d'Ossau, ceux d'Ayons, du Milieu et

d'Aule nous ont paru être dans les schistes primaires plus ou moins cristallins, celui de Romassot au contact des schistes primaires et des calcaires triasiques, celui de Barsaou dans les quartzites et les grès rouges triasiques.

» Enfin, nous signalerons la couleur remarquablement bleue (n° 2 de la gamme de Forel) et la grande transparence (19^m, 50, mesurée avec le disque de Secchi) du lac de Louey-Négré. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mouvements barométriques sur le méridien de la Lune* (¹). Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Comparant aux cotes de la veille aux mêmes emplacements et à la même heure solaire les cotes barométriques relevées sur tout le méridien du passage de la Lune à l'instant des observations, on trouve normalement, par quart de méridien suivi de l'équateur au pôle :

» Sur le quart où est p : baisse d'un point voisin de l'équateur à un point plus ou moins au-dessus de p, puis hausse sur une certaine longueur, puis baisse jusqu'au pôle;

» Sur le quart *opp* : hausse jusqu'à une latitude assez élevée, baisse audessus;

» Sur le quart p' : l'inverse du quart *opp* (baisse pour hausse, hausse pour baisse);

» Sur le quart a : l'inverse du quart p.

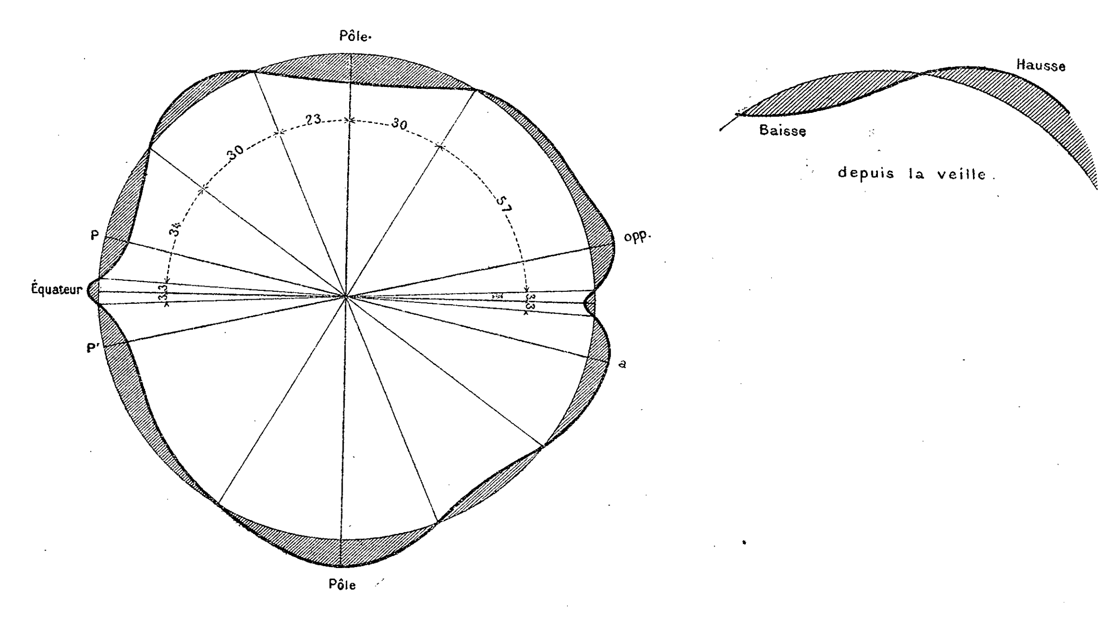
» Il y a, à l'équateur, une hausse entre les baisses de p et p' et une baisse entre les hausses de *opp* et a. Ces mouvements limités, que l'insuffisance des observations ne permet pas de préciser, ont pour effet, dans le voisinage immédiat de l'équateur, de réduire aux EqL les baisse et hausse à pp'

(¹) Cette Note a pour objet de préciser et corriger les résultats consignés sur ce point particulier dans celle insérée aux *Comptes rendus*, n° 20, 16 novembre 1896, et intitulée : *Relations entre les mouvements lunaires et les mouvements barométriques sur l'ensemble de l'hémisphère boréal*. Ces résultats étaient basés sur l'étude des deux mois de mai et novembre 1883. Mes recherches ultérieures m'ont montré qu'ils étaient incorrects pour les hautes latitudes en Lune australe. Les résultats actuels, toujours déduits du Bulletin du *Signal Office*, dérivent de l'étude de l'année entière, après tracé plus attentif des isobares.

Je conserve mes notations : p, point de passage de la Lune à l'instant des observations simultanées; p', point symétrique sur l'autre hémisphère; op, point opposé à la même latitude; a, antipode de p; LB, LA, lunistice boréal, austral; EqL, équilune, etc.

et à *opp*, et parfois de les inverser. En outre, sur tout le méridien, entre les déclinaisons $\pm 3^{\circ}$ environ, les mouvements sont faibles et indécis, ou oscillatoires.

» Hors de ces limites $\pm 3^{\circ}$, je ne trouve qu'une trentaine de dérogations positives aux règles ci-dessus sur 1440 cas, soit un peu plus de 2 pour 100 [1].



Les trois mois qui présentent le plus de ces dérogations partielles sont ceux de janvier, février et mars, entre le solstice d'hiver et l'équinoxe; ils en ont chacun de 4 à 6. Les trois mois où elles sont le plus rares sont décembre, mai et septembre, 1 par mois. Elles se rattachent à une rapidité exceptionnelle des grandes ondulations ou des cumulations d'effet solaire; deux d'entre elles dérivent directement de l'action propre de deux dépressions.

» La répercussion qu'exercent sur les mouvements barométriques les variations de l'activité solaire ou les passages des anneaux d'astéroïdes est trop lente ou trop générale pour qu'il y ait à en tenir compte dans les rares déformations du profil des différences barométriques sur le méridien lunaire mobile.

---

[1] Je partage, pour chaque jour de l'année, sur l'hémisphère nord, les deux quarts du méridien lunaire en basses et hautes latitudes. J'ai ainsi pour l'année 1440 fractions. Je compare, sur chaque fraction, les hausses et baisses réelles avec les hausses et baisses normales.

» Mais, si la forme du profil reste à très peu près constante, la position des nœuds entre hausse et baisse n'en présente pas moins des variations autres que celles attribuables au mouvement lunaire. Ces variations anormales se rattachent, d'une part aux effets solaires, de l'autre et surtout au déplacement du méridien lunaire sur les reliefs du globe.

» Dès qu'on groupe les cas à déclinaisons peu différentes, on aperçoit un enchaînement logique. En faisant les moyennes par Lune boréale ou australe, on a des concordances rigoureuses.

» Les moyennes de 1883 sont comme suit :

Déclinaison lunaire.	Durée, jours.	Quart *p* : limites des hausses intermédiaires.			Quart *opp* : latitude limite de la hausse.	Arc de baisse polaire.
		(Degrés et dixièmes).				
+3° à +10°	2	33,5	à	62,0	62,5	55,5
+10 à +15	1	33,6	à	64,1	60,0	55,9
+15 à LB	3	37,0	à	65,2	57,9	56,9
LB à +15	3	40,0	à	67,5	62,1	50,4
+15 à +10	1	40,4	à	65,6	58,9	55,5
+10 à +3	2	37,3	à	72,8	60,0	47,2
Moyennes générales (¹).....		37,2	[29,7]	66,9	60,3	53,2

		Quart *a* : limites des baisses intermédiaires.			Quart *p'* : limite de la baisse.	Arc de hausse polaire.
−3° à −10°	2	40,1	à	66,6	61,5	51,9
−10 à −15	1	33,1	à	65,3	56,4	58,3
−15 à LA	3	40,3	à	71,3	59,2	49,5
LA à −15	3	35,3	à	66,8	61,7	52,5
−15 à −10	1	36,1	à	62,3	62,1	55,6
−10 à −3	2	45,6	à	67,5	56,8	55,7
Moyennes générales (¹).....		38,9	[28,6]	67,5	59,8	54,6

» Le contraste des mouvements barométriques aux antipodes se poursuit régulièrement sur tout le pourtour du méridien.

» Sur les quarts *p* et *a*, la baisse à *p* et la hausse à *a* s'étendent jusqu'à la latitude 37° à 38°. La hausse, ou baisse, intermédiaire occupe 30°.

» La hausse du quart *opp* et la baisse du quart *p'* vont sans interruption jusqu'à 60°.

(¹) Tenant compte approché de la durée des fractions de révolution.

» La baisse au pôle le plus voisin de la Lune et la hausse à l'autre pôle occupent un arc de 53° à 54°, qui, dans le mouvement diurne, s'excentre de 7° à 8° vers *opp* et vers p'.

» Quand la Lune se rapproche de l'équateur et que le signe de l'action va changer, l'excentricité s'accroît brusquement jusqu'au double. Quand la Lune arrive à un lunistice, l'excentricité s'accentue aussi et l'arc se réduit un peu, etc.

» J'ai, à différentes reprises, donné des chiffres approchés de l'amplitude des mouvements barométriques dus à la Lune. Je me borne ici à étudier de plus près leur sens et leur étendue, rappelant que très généralement les différences barométriques d'une heure à la même heure du lendemain sont presque entièrement attribuables à la Lune.

» Je ne songe pas à arriver, seul et sur des documents insuffisants, à des chiffres définitifs. Je tiens surtout à insister sur des faits qui, pour moi, sont de plus en plus indubitables. »

M. **Chapel** adresse une Note relative aux rencontres prochaines d'essaims cosmiques, du 12 au 14 novembre, et du 28 au 30.

M. **Gérard Laurent** adresse une Note relative à une observation du *rayon vert*, au Havre, à l'instant de la disparition du Soleil couchant derrière une bande de nuages d'un noir intense.

M. **Aug. Coret** adresse une Note relative à un petit appareil pouvant servir à l'étude de diverses questions d'Optique physiologique.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 novembre 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. Tome XV. Novembre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré. Tome quatrième. Année 1898. Fasc. n° 4. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 vol. in-4°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1898. N° 8. Août 1898. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Institut Pasteur, fondées sous le patronage de M. Pasteur et publiées par M. E. Duclaux, Membre de l'Institut de France, Directeur de l'Institut Pasteur. Tome XII. N° 10. 25 octobre 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : MM. H. Poincaré, Président; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres, R. Radau. Tome XV. Novembre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences le 28 décembre 1874. Tome CXXXVIII. Septembre 1898. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Les Terres rares : minéralogie, propriétés, analyse, par P. Truchot, Ingénieur chimiste. Paris, G. Carré et C. Naud; 1898, 1 vol. in-8°.

Barbet de Jouy, son journal pendant la Commune, publié dans la *Revue hebdomadaire,* par le comte d'Ussel. Paris, Plon, Nourrit et Cie, 1898; 1 broch. in-12.

Annales télégraphiques. Mémoires et documents relatifs à la Télégraphie et à l'Électricité. 3e série. Tome XXIV. Mars-avril, mai-juin 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 2 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 NOVEMBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'essaim des Léonides*. Note de M. **Lœwy**.

« J'ai eu l'honneur d'informer l'Académie que l'Observatoire de Paris a pris les dispositions nécessaires pour observer l'important phénomène de l'essaim des Léonides, dont l'orbite a une connexion si intime avec celle de la comète Tempel 1866 I.

» Deux groupes d'observateurs ont été désignés pour l'exploration suivie et systématique du Ciel. Grâce à ces mesures, on a pu déjà surveiller la voûte céleste pendant quelques nuits précédant l'époque indiquée pour le retour du flux des corpuscules vus en 1866; et il sera possible de prolonger les recherches au delà de cette date.

» Malheureusement, le mauvais temps a déjoué nos efforts. Mlle Klumpke et M. Boinot ont, il est vrai, noté dans la nuit du 10 au 11 novembre

l'apparition de quelques météores; mais, sauf deux, ils ne font pas partie du groupe des Léonides.

» L'époque la plus probable pour le passage de ces météores est indiquée pour la nuit du 14 au 15 novembre. Si le temps nous favorise, nous pourrons donc encore recueillir des observations de ces astéroïdes, à la condition qu'ils ne passent pas à une trop grande distance de l'orbite terrestre.

» Ces observations pourraient surtout nous fournir des renseignements précieux sur les dimensions de la partie de l'essaim qui circule actuellement dans le voisinage de la Terre. Malgré les perturbations exercées par les planètes Jupiter et Saturne, qui ont éloigné d'environ 600000 lieues le flux des météores aperçus en 1866, nous pouvons espérer une manifestation intéressante du phénomène, si le développement de l'essaim dans la direction du nœud de l'orbite est très considérable. Il est possible encore que des flux détachés de l'essaim principal par des actions perturbatrices exercées dans le passé circulent autour du Soleil à de très grandes distances les uns des autres et que nous ayons la chance de rencontrer maintenant l'un d'entre eux. »

M. Appell fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : « Éléments d'Analyse mathématique, à l'usage des ingénieurs et des physiciens. »

Cet Ouvrage est, avec quelques additions, la rédaction du Cours professé par M. Appell à l'École Centrale des Arts et Manufactures : il contient les éléments essentiels de l'Analyse mathématique, en vue de leur application à la Géométrie, à la Mécanique et à la Physique.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres, qui devront être présentés à M. le Ministre de la Guerre pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1898-1899.

MM. Cornu et Sarrau réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner de* $0^{m},16$), *pendant le second trimestre de l'année* 1898. Note de M. J. Guillaume, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont l'explication a été donnée, page 876 du Tome CXXVI des *Comptes rendus;* il en résulte les faits suivants.

» Il y a eu 60 jours d'observations dans ce trimestre.

» *Taches.* — Le nombre des groupes de taches notés est de 41 avec une surface totale de 1354 millionièmes; il y a donc augmentation en nombre d'environ $\frac{1}{6}$ et diminution en étendue de presque $\frac{2}{3}$; cette forte diminution de l'aire tachée s'explique par l'absence de grands groupes; il n'y en a eu, en effet, aucun de visible à l'œil nu.

» L'hémisphère austral a continué à montrer plus de taches que l'autre hémisphère; on a, en effet, 28 groupes au sud et 13 au nord.

» On a constaté l'absence de taches, à la surface du disque solaire, cinq fois, et dans le mois d'avril seulement.

» Il y a lieu de signaler le peu de durée de certains groupes de formation rapide, durée qui est de deux, trois et parfois moins d'un jour. On a noté plusieurs fois la présence de *taches voilées.*

» *Régions d'activité.* — Les facules ont augmenté d'environ $\frac{1}{4}$ en nombre et de $\frac{1}{7}$ en étendue; on a, en effet, 69 groupes et 67,4 millièmes au lieu de 56 groupes et 59,2 millièmes. Dans ces 69 groupes, on en compte 38 au sud et 31 au nord; comme les taches, les facules continuent à être plus nombreuses dans l'hémisphère austral que dans l'autre hémisphère.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1898.	0,25		
30	1	2,4	−16		(pores)
1- 3	2	3,8	−18		2
1- 9	7	6,9	−11		150
1-13	9	7,4	−11		120
6- 9	4	8,0	−13		15
6	1	8,1	− 6		3
8- 9	2	8,6	−10		13
8-13	4	9,8	−18		16

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites
		Avril 1898. 0,25			
9	1	14,0	−17		9
27	1	25,1		+13	10
25-30	4	26,3	−12		189
3- 4	2	28,4	−16		51
23-25	2	28,6		+11	11
	20 j.		−13°,2	+12°,0	
		Mai 1898. 0,00			
27- 4	4	2,3	−12		44
29- 3	3	4,3	−12		8
4- 8	4	7,8		+13	3
10-12	3	9,5	−11		13
7- 8	2	10,5		+10	17
7- 8	2	11,5	−13		25
7-17	8	12,6	− 7		268
13-14	2	19,3	− 8		14
21	1	21,5		+13	2
17-27	8	22,9	−14		75
21	1	23,3		+ 5	9
21-23	2	24,9	−14		3
24-28	5	25,8	−15		24
26- 3	5	28,6	−12		10
27	1	29,6	−11		4
30- 4	5	29,6	−17		56
25-27	3	30,7		+ 5	5
3- 4	2	30,7		+14	28
	18 j.		−12°,2	+10°,0	
		Juin 1898. 0,00			
1- 7	5	2,3		+ 4	14
30- 2	2	2,9	−17		8
6	1	5,1	−10		5
1- 4	4	6,1		+10	6
6-11	5	10,5	−17		4
6- 7	2	12,5	− 6		9
13-18	4	12,6		+12	17
16-23	6	20,0		+17	29
20-30	9	24,7	−11		54
23-24	2	26,3		+ 7	7
27-29	3	26,9	−12		4
	22 j.		−12°,2	+10°,0	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1898.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Avril......	»	»	»	10	5	15	7	4	3	»	»	»	22	21,8
Mai.......	»	»	»	11	3	14	8	4	4	»	»	»	22	23,2
Juin.......	»	»	1	3	5	9	16	6	7	3	»	»	25	22,4
Totaux..	»	»	1	24	13	38	31	14	14	3	»	»	69	67,4

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1898.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Avril.......	»	»	»	8	2	10	2	»	2	»	»	»	12	589
Mai........	»	»	»	10	2	12	6	3	3	»	»	»	18	608
Juin........	»	»	»	4	2	6	5	3	2	»	»	»	11	157
Totaux...	»	»	»	22	6	28	13	6	7	»	»	»	41	1354

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements des fonctions uniformes en séries de Taylor.* Note de M. **Emile Borel**, présentée par M. Appell.

« Je publierai prochainement quelques résultats auxquels j'avais été conduit par l'étude d'un théorème dont M. Hadamard avait communiqué l'an dernier l'énoncé à l'Académie ([1]) et dont il vient de publier la démonstration ([2]). Je voudrais indiquer ici un théorème, compris dans ces résultats comme cas particulier, mais peut-être plus intéressant, à cause de sa simplicité, que les propositions plus générales dont on peut le déduire.

» Désignons, pour abréger le langage, par fonction (M) *une fonction uniforme dans tout le plan, à singularités ponctuelles* ([3]). Posons, d'ailleurs :

$$\begin{aligned} \varphi(z) &= a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots + a_n z^n + \ldots, \\ \psi(z) &= b_0 + b_1 z + b_2 z^2 + \ldots + b_n z^n + \ldots, \\ f(z) &= a_0 b_0 + a_1 b_1 z + \ldots + a_n b_n z^n + \ldots. \end{aligned}$$

» On a le théorème suivant :

» *Si les fonctions $\varphi(z)$ et $\psi(z)$ sont des fonctions* (M), *la fonction $f(z)$ est aussi une fonction* (M).

» On peut ajouter que, *si les fonctions $\varphi(z)$ et $\psi(z)$ sont méromorphes, $f(z)$ est aussi méromorphe.*

» En utilisant une remarque faite par M. Leau dans la dernière séance de la Société mathématique ([4]), on constate que ces énoncés subsistent si l'on pose

$$f(z) = \Sigma\varpi(a_n, b_n) z^n,$$

$\varpi(a, b)$ étant un polynome en a et b. On pourrait, d'ailleurs, au lieu de partir de deux séries φ et ψ, s'en donner un plus grand nombre. »

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXIV.

([2]) *Acta mathematica,* t. XXII.

([3]) Les fonctions (M) les plus générales sont celles qui ont été étudiées par M. Mittag-Leffler dans un Mémoire bien connu (*Acta mathematica,* t. IV).

([4]) La Communication de M. Leau paraîtra prochainement au *Bulletin* de la Société.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation indéterminée.* Note de M. **Carl Störmer**, présentée par M. Jordan.

« *Soit à résoudre en nombres entiers positifs* $x_1, x_2, \ldots, x_m, y_1, y_2, \ldots, y_n$ *l'équation*

$$(1) \qquad AM_1^{x_1}M_2^{x_2}\ldots M_m^{x_m} - BN_1^{y_1}N_2^{y_2}\ldots N_n^{y_n} = C,$$

où A, B, $M_1, M_2, \ldots, M_m, N_1, N_2, \ldots, N_n$ *sont des nombres entiers donnés et où* $C = \pm 1$ *ou* $= \pm 2$.

» La solution complète de ce problème résulte de l'application du théorème suivant, que j'ai publié dans un travail intitulé : *Quelques théorèmes sur l'équation de Pell* $x^2 - Dy^2 = \pm 1$ *et leurs applications* (*Christiania Videnskabsselskabs Skrifter*, I, n° 2; Christiania, 1897).

» *Soit* D *un nombre entier positif non carré, et soit* $\varepsilon = 1$ *ou* $= -1$. *Supposons que l'équation de Pell* $x^2 - Dy^2 = \varepsilon$ *admette des solutions entières positives* x *et* y, *et soit* y_1 *la plus petite solution* y. *Alors deux cas peuvent se présenter :*

» 1° *Ou bien il n'y aura aucune solution* y *telle que tout nombre premier diviseur de* y *le soit aussi de* D;

» 2° *Ou bien il* y *en aura une seule, et ce sera* y_1.

» Nous allons appliquer ce théorème pour résoudre l'équation (1). A cet effet, posons

$$BN_1^{y_1}N_2^{y_2}\ldots N_n^{y_n} = z,$$

d'où

$$AM_1^{x_1}M_2^{x_2}\ldots M_m^{x_m} = z + C,$$

et cela donne

$$(2) \qquad z(z + C) = ABM_1^{x_1}\ldots M_m^{x_m}N_1^{y_1}\ldots N_n^{y_n}.$$

» Or, si $C = \pm 1$, le premier membre sera égal à $\frac{1}{4}[(2z \pm 1)^2 - 1]$, et si $C = \pm 2$, il sera égal à $(z \pm 1)^2 - 1$, c'est-à-dire l'équation (2) aura toujours la forme

$$x^2 - 1 = A'BM_1^{x_1}\ldots N_n^{y_n},$$

x étant un entier indéterminé, et $A' = A$ ou $= 4A$.

» Notre problème est ainsi réduit au suivant :

» I. *Résoudre complètement en nombres entiers positifs* $x, z_1, z_2, \ldots, z_\rho$

l'équation indéterminée

$$(3) \qquad x^2 - 1 = KA_1^{z_1}A_2^{z_2}\dots A_\rho^{z_\rho}$$

où K, A_1, A_2,... A_ρ *sont des nombres entiers donnés.*

» Nous allons voir que notre théorème sur l'équation de Pell suffit pour résoudre complètement ce problème.

» A cet effet, désignons le produit au second membre de (3) par P et posons $z_1 = \varepsilon_1 + 2t_1$, ..., $z_\rho = \varepsilon_\rho + 2t_\rho$. En posant

$$KA_1^{\varepsilon_1}A_2^{\varepsilon_2}\dots A_\rho^{\varepsilon_\rho} = D,$$
$$A_1^{t_1}A_2^{t_2}\dots A_\rho^{t_\rho} = Q,$$

on aura donc $P = DQ^2$. En substituant maintenant aux ε_1, ..., ε_ρ, de toutes les manières possibles, les valeurs 1 et 2 et, en même temps, aux t_1, ... t_ρ toutes les valeurs entières positives ou nulles, les variables z_1, ..., z_ρ auront toutes les valeurs entières positives. On aura ainsi une infinité de valeurs de P et de Q; mais, tous les ε étant $\overline{\gtrless}\, 2$, on n'aura qu'un nombre fini de valeurs de D, correspondant à toutes les manières différentes dont on peut choisir les ε égaux à 1 et à 2.

» Soient ces valeurs

$$D_1, D_2, \dots, D_k, \dots, D_\nu.$$

» Tous les produits P sont ainsi distribués en ν classes, contenant chacune une infinité de produits $P = DQ^2$, pour lesquelles D aura la même valeur D_k. Considérons tous les produits Q correspondant à cette valeur D_k. Nous allons démontrer qu'il y en aura *un au plus* pour lequel $x^2 - 1 = D_kQ^2$, x étant un entier positif indéterminé.

» En effet, chacun des produits Q, en nombre infini, a par définition la propriété *que tout diviseur premier qui divise* Q *divisera aussi* D_k et, en vertu du théorème cité sur l'équation de Pell, ou bien l'équation $x^2 - D_kQ^2 = 1$ sera impossible en nombres entiers positifs x et Q de la propriété demandée, ou bien il n'existera qu'une seule solution $Q = y_1$, à laquelle correspond $x = x_1$, x_1 et y_1 étant les solutions entières positives les plus petites de l'équation de Pell $x^2 - D_ky^2 = 1$, solutions qui sont appelées *solutions fondamentales*.

» A toute valeur D_k correspond ainsi, au plus, un système de solution x et Q et par conséquent :

» *Toutes les solutions entières positives x de l'équation* (3) *se trouvent, si elles*

existent, parmi les solutions fondamentales des équations de Pell :

$$x^2 - D_1 y^2 = 1,$$
$$x^2 - D_2 y^2 = 1,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$x^2 - D_\nu y^2 = 1,$$

où $D_1, D_2, \ldots, D_\nu$ *sont toutes les valeurs du produit* $D = KA_1^{\varepsilon_1} \ldots A_\rho^{\varepsilon_\rho}$, les $\varepsilon_1, \ldots, \varepsilon_\rho$ *étant supposés de toutes les manières possibles* $= 1$ *et* $= 2$.

» *En décomposant les nombres correspondants* $x^2 - 1 = D_k y^2$ *en facteurs, on trouve ensuite les systèmes correspondants de solutions* $z_1, z_2, \ldots, z_\rho$.

» Notre problème est ainsi réduit à trouver les solutions fondamentales d'un nombre fini d'équations de Pell, problème bien connu et complètement résolu.

» En appliquant ce résultat à l'équation (2), on aura ainsi la solution complète de cette équation, c'est-à-dire, aussi, la solution complète de l'équation (1). *On trouve donc que l'équation* (1), *quand elle est possible, n'admet qu'un nombre fini de solutions entières positives* $x_1, x_2, \ldots, x_m, y_1, y_2, \ldots, y_n$, *qui peuvent toutes être trouvées en cherchant les solutions fondamentales d'un nombre fini d'équations de Pell de la nature indiquée.*

» On voit aisément que ce qui précède donne aussi la solution complète des problèmes suivants :

» II. A, $M_1, M_2, \ldots, M_m$ *et* C *ayant la même signification que dans l'équation* (1), *trouver tous les exposants entiers positifs* $x_1, x_2, \ldots, x_m$, *pour lesquels le nombre*

$$AM_1^{x_1} M_2^{x_2} \ldots M_m^{x_m} + C$$

sera divisible par les nombres premiers donnés $p_1, p_2, \ldots, p_n$, *et non divisible par d'autres nombres premiers.*

» III. *Trouver tous les nombres triangulaires qui sont divisibles par les nombres premiers donnés* $p_1, p_2, \ldots, p_n$, *et non divisibles par d'autres nombres premiers.*

» IV. *Même question pour les nombres de la forme* $x^2 - 1$, *x étant entier.*

» V. *Même question pour les nombres de la forme* $x^2 + 1$, *x étant entier.*

» Pour chacun de ces problèmes on ne trouve qu'un nombre fini de solutions. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production par électrolyse du tungstène cristallisé* (¹). Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Troost.

« M. Moissan a montré que l'on pouvait, au moyen du four électrique, obtenir de grandes quantités de tungstène fondu et d'une pureté absolue (²).

» Dans une précédente Communication (³), j'ai indiqué les actions réductrices de l'hydrogène et de l'étain sur le paratungstate de lithium fondu. L'étain réagit sur ce sel en donnant un tungstate tungsto-lithique. Avec l'hydrogène la réduction est plus complète; on obtient, au rouge, du bioxyde de tungstène cristallisé, qui, à une température plus élevée, serait lui-même réduit à l'état de tungstène métallique. A la suite de ces expériences, il me restait à étudier l'action de l'électrolyse sur le tungstate acide de lithium en fusion. L'électrolyse des paratungstates de sodium et de potassium donne naissance à des tungstates tungsto-alcalins; avec le sel de lithium le résultat est différent.

» Du paratungstate de lithium, fondu dans un creuset en porcelaine et porté à une température d'environ 1000°, a été soumis pendant trois heures à l'action d'un courant électrique de 3 ampères et 15 volts; les électrodes étaient en platine. La masse fondue a été traitée successivement par l'eau bouillante, l'acide chlorhydrique concentré et une solution bouillante de lithine à environ 20 pour 100; après un dernier lavage à l'eau chaude, il reste une substance nettement cristallisée. C'est du tungstène mélangé avec une certaine quantité de platine (jusqu'à 6 pour 100); le platine provient des électrodes, qui sont attaquées par la lithine fondue.

» Le tungstène ainsi obtenu se présente en cristaux opaques, doués d'un bel éclat métallique, et d'apparence prismatique. Le plus souvent ces cristaux affectent la forme d'aiguilles, qui ont quelque analogie avec les aiguilles de silicium; elles pourraient bien être dues à des empilements d'octaèdres, comme dans le cas du silicium.

» Pour analyser cette substance, il suffit de la soumettre à l'action d'un courant d'oxygène au rouge, de façon à brûler tout le tungstène, qui se transforme en acide tungstique. Le produit de l'oxydation est ensuite fondu avec du carbonate de soude. On redissout dans l'eau la masse fondue, et l'on filtre pour séparer le platine; dans la liqueur filtrée, l'acide tungstique est précipité à l'état de tungstate mercureux. Comme vérification, l'augmentation de poids résultant de l'oxydation de la matière dans l'oxy-

(¹) Travail du laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 13.
(³) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 512.

gène doit être égale au poids théorique d'oxygène nécessaire pour transformer en acide tungstique le tungstène qu'elle renferme. Cette méthode permet d'analyser rapidement tous les produits de réduction des tungstates acides, oxydes de tungstène et tungstates tungsto-alcalins.

» Zettnow avait obtenu autrefois du tungstène métallique en faisant passer un courant électrique dans du tungstate de sodium fondu; mais le tungstène préparé de cette façon était noir et pulvérulent. La plupart des autres méthodes de préparation du tungstène donnent également des produits amorphes. Seul le procédé de Wöhler, qui consiste à réduire par l'hydrogène un tungstate acide de potassium, fournit un tungstène cristallin; à l'aide d'un fort grossissement, j'ai pu observer au milieu de ces grains cristallins quelques cristaux en forme d'aiguilles, qui présentent la plus grande analogie avec celles du tungstène obtenu par l'électrolyse du paratungstate de lithium.

» Je n'ai pas réussi à électrolyser le paratungstate de lithium avec des électrodes en fer, ce métal étant attaqué très rapidement par le sel en fusion. Je me propose de reprendre cette expérience en me servant d'électrodes en platine iridié. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique de l'acide borique.* Note de M. **Copaux**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons indiqué, dans une Note précédente, la préparation de certains composés boriques, contenant à la fois du bore et du sodium, ou du bore et du baryum, en réservant la description de leur mode d'analyse.

» Le procédé que nous avons suivi offre l'avantage d'être beaucoup plus rapide que les méthodes pondérales courantes, dont l'exposé critique a été donné récemment par M. Thaddeeff (*Zeits. f. anal. Ch.*, p. 568; 1897).

» Il repose sur les observations suivantes :

» L'acide borique n'exerce aucune action sur la coloration jaune de l'hélianthine, ou orangé Poirrier n° 3, qui vire au rouge, en présence des acides forts.

» Cette propriété, signalée par divers auteurs et particulièrement par Joly (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 100), permet de doser exactement, à l'aide d'un acide fort, l'alcali combiné à l'acide borique dans les borates alcalins : le borax, par exemple.

» Aussi Joly avait-il proposé d'employer le borax comme base de l'acidimétrie.

» Le dosage volumétrique de l'acide borique libre, par un alcali titré, est, au contraire, une opération impraticable en liqueur aqueuse.

» En effet, les borates alcalins, sauf les métaborates, éprouvent au contact de l'eau

une dissociation intense, et, lors de la saturation théorique, la liqueur contient, à l'état d'équilibre, un mélange d'acide borique, de borax et d'alcali libre. Quel que soit l'indicateur employé, la teinte finale est influencée par ces actions contraires, et le virage n'a aucune netteté.

» C'est ce que nous avons observé avec le tournesol, la phtaléine, le bleu C4B, la cochenille, etc., et même avec l'hématoxyline proposée par M. Guyard (*B. Soc. ch.*, 2e série, t. XL, p. 422).

» Le virage du bleu C4B a été, d'ailleurs, étudié par M. Engel (*B. Soc. ch.*, 2e série, t. XLV, p. 326).

» Cependant, le titrage de l'acide borique peut être effectué avec exactitude si l'on ajoute à la liqueur un certain volume de glycérine, de mannite ou d'alcool polyatomique en général.

» Le principe de ce phénomène a été exposé par M. Klein (*B. Soc. ch.*, t. XXIX, p. 195; 1878) qui en a fait l'étude :

» 1° Si, à une dissolution concentrée de mannite, on ajoute une goutte d'acide borique dissous dans l'eau, le mélange, primitivement neutre, rougit nettement le tournesol.

» Le composé formé se dissocie par addition d'une grande quantité d'eau, en même que l'acidité disparaît.

» 2° Si l'on verse une molécule de borax, $B^4O^7Na^2, 10H^2O$, dans une solution concentrée de mannite en excès, la mannite s'empare de l'un des acides boriques du borax en formant un éther et laisse le monoborate ou métaborate B^2O^3, Na^2O. En même temps, le liquide devient acide au tournesol et en telle proportion qu'il faut juste un équivalent de Na^2O pour le ramener à neutralité.

» D'ailleurs, l'acidité disparaît par addition d'eau, comme dans le cas précédent.

» Mais si la liqueur est suffisamment concentrée, la saturation par un alcali, en présence d'un indicateur, s'observera avec la même netteté que celle d'un acide fort.

» Ce fait a été signalé depuis par d'autres auteurs, et en particulier par MM. Gasselin (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VII, p. 83; 1894), R. Thomson (*Berichte*, p. 839; 1893) et Barthe (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. XXIX, p. 163; 1894). Ces deux derniers ont appliqué leur mode opératoire à l'analyse des borates de sodium et de calcium. L'alcali est saturé, en présence d'hélianthine, par un acide titré, puis, dans le même liquide, on verse 30 pour 100 de son volume de glycérine et enfin, après addition de phtaléine, on sature par la soude titrée.

» Ce procédé nous ayant paru avantageux pour l'analyse des corps signalés dans notre travail, nous l'avons soumis à une étude détaillée, d'où nous tirons la conclusion suivante : l'exactitude de la méthode est très satisfaisante, à la condition de déterminer le titre de l'alcali, non pas sur un acide fort, mais sur BO^3H^3 pur et sec et dans des conditions de concentration analogues à celles du dosage lui-même. En effet, la solution de soude caustique contient toujours une petite quantité de carbonate, et, de plus, le corps formé par la saturation ne répond jamais complètement à la formule B^2O^3, Na^2O.

» Nous avons remarqué, de plus, que cette opération peut être pratiquée avec une solution alcoolique de soude et servir à la détermination très précise du bore dans les éthers boriques, l'alcali étant titré, cette fois, sur l'hydrate borique dissous dans l'alcool.

» D'ailleurs, la présence de l'alcool méthylique doit être proscrite comme faussant les indications du virage.

» Voici le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêté :

» Soit à déterminer l'alcali et l'acide borique contenus dans un borate soluble. On prépare les liqueurs suivantes :

» 1° Une solution aqueuse de soude caustique, à 10gr environ d'hydrate par litre, et décarbonatée par ébullition, en présence de chaux éteinte ;

» 2° Une solution alcoolique de glycérine contenant 2 volumes de glycérine à 30° pour 1 volume d'alcool à 95°, l'addition d'alcool ayant pour but de fluidifier la glycérine et de faciliter son mesurage.

» La matière pesée étant dissoute dans un petit volume d'eau, soit 5cc, on colore la dissolution en jaune par deux gouttes d'hélianthine et l'on sature par SO^4H^2 ou ClH titré, jusqu'à virage au rose.

» On en déduit la quantité d'alcali.

» L'acide borique étant ainsi déplacé par l'acide fort, on ajoute à la liqueur un volume connu de glycérine alcoolisée, mesuré avec une pipette et égal à deux fois environ le volume de la liqueur. Après addition de deux gouttes de phtaléine, on verse la solution de soude titrée jusqu'à l'apparition d'une teinte rose.

» On prend alors un poids déterminé (environ 0gr,5) d'hydrate borique, purifié par cristallisation et séché dans le vide, en présence de SO^4H^2 conc. ; on le dissout dans un volume d'eau égal à la somme des volumes d'eau, d'acide et d'alcali employés dans l'opération précédente, on ajoute la même quantité de glycérine que précédemment ; enfin, on sature par la soude, en présence de phtaléine, et l'on en déduit la valeur de 1cc de soude en bore ou en acide borique.

» Le rapport des volumes de soude versés dans les deux opérations permet de déterminer la richesse de la matière en acide borique.

» Il faut, en tous les cas, vérifier, par une expérience à blanc, si la liqueur alcoolique de glycérine vire instantanément au rose, par addition d'une goutte de soude, en présence de phtaléine.

» De plus, le volume de glycérine ne doit jamais être inférieur au tiers du volume total du liquide, après l'opération. Nous donnerons, pour exemple, l'analyse d'un échantillon de borax pur, dans lequel la soude et l'acide borique ont été déterminés sur le même essai :

	I.	II.	Théorie pour $B^4O^7Na^2, 10H^2O$.
Na^2O	16,35	16,38	16,26
B^2O^3	36,63	36,70	36,59

» Comme exemple de titrage à la soude alcoolique (à 95°), nous citerons le dosage de B^2O^3 dans le borate triéthylique :

	Évaporation sur CaO pesée.	Volumétriquement.
B^2O^3	I. 23,73	I. 23,76
»	II. 23,79	II. 23,79

C'est par la première méthode que les chiffres analytiques indiqués dans notre travail ont été déterminés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés halogénés nouveaux du gayacol et du vératrol.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Moissan.

« 1° *Gayacol trichloré :* $C^7H^5Cl^3O^2$. — L'action directe du chlore sur le gayacol n'a pas été étudiée : le seul gayacol chloré connu actuellement est le tétrachlorogayacol $C^7H^4Cl^4O^2$ obtenu par M. Bruggemann [1] dans l'action de l'acide sulfurique sur le vératrol tétrachloré. En faisant réagir directement le chlore sur une solution chloroformique de gayacol, j'ai préparé le gayacol trichloré. Je dissous 10gr de gayacol dans 50cc de chloroforme et je traite par un courant de chlore jusqu'à ce qu'une prise d'essai donne des cristaux par évaporation; le chloroforme est alors distillé et le résidu de la distillation purifié par des cristallisations dans l'alcool. J'obtiens ainsi un corps cristallisé en aiguilles blanches, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther; son point de fusion est 114°-115°.

» L'action prolongée d'un courant de chlore sur le gayacol m'a donné une masse rouge pâteuse, dans laquelle se forment au bout de longtemps quelques aiguilles blanches de gayacol trichloré : je n'ai pu obtenir le gayacol tétrachloré dans l'action directe du chlore sur le gayacol.

» 2° *Vératrol trichloré :* $C^8H^7Cl^3O^2$. — Il a été préparé de deux façons : 1° action de l'iodure de méthyle sur le gayacol trichloré en présence de potasse alcoolique; 2° action de l'iodure de méthyle et de la potasse alcoolique sur une pyrocatéchine trichlorée que j'ai décrite (*Annales de Physique et de Chimie,* t. XIII, 1898; p. 483). Le vératrol trichloré est cristallisé en longues aiguilles blanches formées de prismes très allongés; il est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, plus à chaud, très soluble dans la benzine. Son point de fusion est 68°-69°.

» 3° *Gayacol dibromé :* $C^7H^6Br^2O^2$. — Le seul gayacol bromé connu est le gayacol tribromé, obtenu dans l'action directe du brome sur le gayacol : en modérant l'action du brome, j'ai obtenu un gayacol dibromé. A une solution de 1 molécule, soit 12gr,40 de gayacol, dans 100cc de chloroforme, j'ajoute peu à peu et en maintenant à froid 4 atomes, soit 32gr de brome en solution dans 50cc de chloroforme; quand le brome est absorbé, je distille le dissolvant et fais cristalliser le résidu dans l'alcool; j'obtiens ainsi de belles aiguilles blanches, brillantes, formées de cristaux prismatiques, aplatis, insolubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, l'éther. C'est un gayacol dibromé ainsi qu'il résulte des analyses.

» Traité par l'iodure de méthyle et la potasse alcoolique, il donne un vératrol dibromé identique au dérivé obtenu dans l'action directe du brome sur le vératrol et auquel, ainsi que je l'ai montré (*Annales de Physique et de Chimie,* p. 492, 1898), on ne peut attribuer que l'une des deux formules

$$C^6H^2 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{3}{Br} - \underset{4}{Br} \quad \text{ou} \quad C^6H^2 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{Br} - \underset{5}{Br}.$$

---

[1] *Journal für praktische Chemie,* t. LIII, p. 250.

» 4° *Gayacol tétrabromé* : $C^7H^4Br^4O^2$. — Je dissous 25gr de gayacol dans 50cc d'acide sulfurique concentré et, après vingt-quatre heures de contact, j'ajoute un excès de brome, d'abord à froid, puis à la température du bain-marie; il y a dégagement d'acide bromhydrique et, après refroidissement, il reste une masse solide que je purifie par plusieurs cristallisations dans l'alcool absolu bouillant. Ce corps cristallise en petit prismes allongés, en forme de navettes, ou en prismes courts groupés; il est peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble à ébullition, soluble dans l'éther. Son point de fusion est 160°.

» 5° *Vératrol tribromé* : $C^8H^7Br^3O^2$. — J'ai obtenu ce dérivé en traitant le gayacol tribromé par l'iodure de méthyle en présence de potasse alcoolique. Il est cristallisé en longues aiguilles prismatiques, fines, soyeuses et brillantes, solubles dans l'alcool; son point de fusion est 83°-84°.

» En résumé, j'ai préparé les corps nouveaux suivants : gayacol trichloré, vératrol trichloré, gayacol bibromé, gayacol tétrabromé et vératrol tribromé. Je me propose de continuer l'étude de ces corps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau sucre accompagnant la sorbite.* Note de MM. **Camille Vincent** et **J. Meunier**, présentée par M. Friedel.

« L'examen des eaux-mères de la préparation de la sorbite extraite du jus des fruits de certaines rosacées nous a conduits à penser que cet alcool est parfois accompagné d'un corps homologue, capable de se combiner à l'aldéhyde benzoïque, dans les conditions même où la sorbite s'y combine.

» Ce nouvel alcool polyatomique est une *octite* dont les dérivés s'obtiennent facilement sous forme de cristaux, tandis qu'elle-même est demeurée jusqu'ici à l'état sirupeux.

» Les solutions de sorbite pure, amenées à un degré de concentration convenable et amorcées, se prennent entièrement en une masse cristalline au bout d'une semaine ou deux. Il n'en est pas ainsi des solutions qui contiennent le nouveau sucre; celles-ci, après avoir laissé déposer des cristaux de sorbite, donnent des eaux-mères qui ne cristallisent pas, même au bout de plusieurs années. Quand on soumet ces eaux-mères à l'action de la bactérie du sorbose, elles acquièrent la propriété de réduire la liqueur de Fehling; on doit conclure, par suite, qu'elles contenaient encore de la sorbite. Après quelques jours, le pouvoir réducteur cesse de s'accroître et la formation du sorbose paraît terminée. La liqueur qui contient la substance intransformable, concentrée à l'état de sirop, se combine à l'aldéhyde benzoïque en présence de l'acide sulfurique. Elle est isolée par ce moyen des substances qui l'accompagnent.

» L'acétal obtenu est insoluble dans l'eau et peu soluble dans l'éther

froid ; il est assez soluble dans le chloroforme bouillant et se dépose rapidement par refroidissement, sous la forme d'aiguilles cristallines fusibles à 230°. Il est également soluble dans le benzène bouillant; mais, avec ce dissolvant, il se concrète, en se refroidissant, sous la forme d'une gelée transparente et non cristalline. Il est plus soluble dans l'alcool à 90 pour 100 que dans le chloroforme ; la solution chaude se prend pendant le refroidissement en une masse de fins cristaux, plus petits que ceux que l'on obtient par le chloroforme.

» Le point de fusion de cette substance présente une particularité analogue à celle qui a déjà été signalée par M. E. Fischer (1) pour l'acétal monobenzoïque de l'α-glucoheptite; quand elle est simplement lavée à l'éther, elle fond vers 140°; mais, quand elle est recristallisée dans le chloroforme bouillant, son point de fusion s'élève à 230°.

» Si nous rapprochons ces constantes physiques de celles de l'acétal dibenzoïque de la sorbite, nous constatons des différences essentielles : l'acétal de la sorbite n'est jamais cristallisé, il se dépose de ses dissolvants en une gelée transparente qui se racornit en se desséchant et fond à 162°.

» L'analyse élémentaire de l'acétal cristallisé dans le chloroforme a donné les résultats suivants :

	I.	II.
Matière...	0gr,222	0gr,1865
C........	0,517	0,431
H^2O......	0,117	0,106

En centièmes	I.	II.
C.........	63,52	63,51
H.........	5,87	6,36

» La théorie pour l'acétal dibenzoïque d'un sucre $C^8H^{18}O^8$, soit $C^8H^{16}O^8(C^7H^6)^2$, exige, en centièmes :

C.................. 63,15 H.................. 6,22

l'acétal dibenzoïque d'un sucre en $C^6H^{14}O^6$ exige, en centièmes :

C.................. 67,03 H.................. 6,14

» Les résultats de l'analyse montrent donc que l'acétal analysé doit être rapporté à une octite $C^8H^{18}O^8$.

» Le sucre régénéré de son acétal ne cristallise pas, soit qu'on l'abandonne à l'air libre, soit qu'on le place sous un dessiccateur. Le sirop obtenu par concentration sous pression réduite, chauffé à 110°, a perdu près des

(1) *Berichte*, t. XXVII, p. 1524.

15 centièmes de son poids; mais la matière, ainsi desséchée et laissée à l'air pendant l'été, a repris environ 10 pour 100 d'humidité dans l'espace de trois jours. Ce fait démontre que la substance forme un hydrate facilement décomposable par la chaleur, qui tend à se régénérer spontanément.

» Nous avons trouvé que son pouvoir rotatoire spécifique, rapporté à la matière sèche, était $\alpha_j = -3°,42$. L'addition de 20^gr de borax et de 15^cc de soude (à 36°) à 5^gr de cette matière triple ce pouvoir rotatoire, sans en modifier le sens. Il convient de rappeler, à ce sujet, que le pouvoir rotatoire de la sorbite est $\alpha_j = -1°,73$ et que, par addition de borax, cette substance devient dextrogyre.

» *Acétine*. — La nouvelle substance est facilement transformée en son éther acétique de la manière suivante :

» On chauffe le sirop concentré avec cinq fois son poids d'anhydride acétique, en ayant soin d'ajouter quelques fragments de chlorure de zinc. Le produit de la réaction est repris par l'eau, puis par l'éther qui enlève l'acétine; cette dernière est purifiée par cristallisation et par un lavage à l'éther. Le produit est recristallisé dans l'alcool bouillant. Il se présente alors en cristaux tabulaires fusibles à 114°.

» Le dosage de l'acide acétique, formé par saponification à l'aide de la potasse alcoolique, nous a montré que la matière est une *acétine saturée*.

» Comme ces résultats l'établissent, la nouvelle substance est bien différente de la sorbite. Le tableau ci-dessous permet la comparaison rapide de ces deux substances :

	Sorbite.	*Octite.*
Point de fusion	75°	Incristallisable.
Pouvoir rotatoire	— 1,73	— 3°,42
»	à 15	à 20°
Pouvoir rotatoire sous l'influence du borax et de la soude	+12,33	— 10°,0
	(Changement du sens de la rotation.)	(Rotation de même sens.)
Acétine	sirupeuse.	Cristaux, fusion 114°
Acétal dibenzoïque	amorphe, fusion à 162°.	cristallisé dans le chloroforme, fusion à 230°
	Ne réduit pas la liqueur de Fehling.	Ne réduit pas la liqueur de Fehling.

» Nous continuons l'étude de cette matière. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés de la méthylhepténone naturelle* (¹).
Note de M. **Georges Leser**, présentée par M. Friedel.

« MM. Ph. Barbier et G. Leser ont décrit (²) l'acétylméthylhepténone, son mode de préparation et ses propriétés.

» Continuant les recherches sur la méthylhepténone naturelle et sur ses dérivés, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats nouveaux, me réservant de revenir d'une façon plus approfondie sur les corps décrits dans la présente Communication.

» *Di-méthylhepténone*. — Lorsqu'on fait réagir le sodium sur un mélange d'éther acétique et de méthylhepténone naturelle, on obtient, par la distillation au vide du produit de la réaction, tout d'abord de l'acétylméthylhepténone bouillant à 115° sous 15^{mm}. Le résidu de la distillation, assez important lui-même, soumis à la rectification sous pression réduite, permet d'isoler une portion passant de 130° à 200° sous 16^{mm}, qui, traitée par la potasse faible afin d'éliminer toute trace du corps diacétonique et rectifiée à nouveau après ce traitement, fournit abondamment une substance à fonction cétonique. Cette cétone bout à 172°-174° sous 16^{mm}, et l'analyse conduit à lui assigner la formule brute $C^{16}H^{26}O$.

» Ce corps a donc été formé par l'union de 2 molécules de méthylhepténone avec élimination de 1 molécule d'eau

$$(C^8H^{14}O)^2 - H^2O = C^{16}H^{26}O.$$

» Sa constitution ne peut être représentée que de deux façons : elle sera

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CH^2 - CH = C\!\!<\!\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix},$$

si la soudure s'est faite aux dépens du CH^3 terminal; ou bien

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = \overset{\displaystyle CO - CH^3}{\overset{|}{C}} - CH^2 - CH = C\!\!<\!\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix},$$

si elle s'est faite aux dépens du CH^2 voisin du CO.

» L'étude de ce corps devant être poursuivie, je me contente pour le moment de lui donner le nom de *di-méthylhepténone* qui ne fait qu'indiquer son mode de formation.

(¹) Laboratoire de M. le professeur Barbier, à la Faculté des Sciences de Lyon.

(²) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XVII, p. 748.

» *Méthylnonèneone* (2, 2, 6). — L'acétylméthylhepténone sodée, traitée par l'iodure d'éthyle en solution alcoolique, fournit un dérivé éthylé bouillant à 133°-135° sous 15^{mm}. Cette dicétone traitée à l'ébullition par la potasse aqueuse à 10 pour 100 se décompose en acétate de potasse et en une cétone nouvelle, la méthylnonèneone

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH^2 - CH^2 - CH^3,$$

qui bout à 203°-205° à la pression ordinaire (750^{mm}).

» L'analyse de ce corps conduit exactement à la composition $C^{10}H^{18}O$. Je me propose d'étudier cette cétone nouvelle et de décrire également celles que l'on obtiendra en faisant réagir différents iodures alcooliques sur l'acétylméthylhepténone sodée.

» *Éther méthylhexénone pyruvique*. — Si l'on dissout un atome de sodium dans vingt fois son poids d'alcool absolu et qu'on ajoute en refroidissant une molécule de méthylhepténone naturelle et une molécule d'éther oxalique, la liqueur brunit rapidement. Au bout de deux jours, on traite par l'eau, on épuise la solution sodique à l'éther pour éliminer les corps à réaction neutre, on filtre et l'on acidifie par la quantité calculée d'acide acétique. La liqueur se trouble, il se dépose des gouttes huileuses qu'on enlève à l'éther. Le dissolvant est distillé et le résidu, versé dans une solution d'acétate de cuivre, donne aussitôt un abondant dépôt cristallin que l'on essore et que l'on purifie à plusieurs reprises par dissolution dans l'alcool bouillant. De cette solution alcoolique se déposent de belles aiguilles vert olive d'un sel de cuivre répondant à la composition $(C^{12}H^{17}O^4)^2Cu$, comme le montre l'analyse faite sur le sel séché à 100°.

» Ce sel, agité avec de l'acide sulfurique dilué, se dissout rapidement; il se sépare une huile qui, rectifiée au vide, bout à 164°-165° sous 16^{mm} et répond à la formule $C^{12}H^{18}O^4$.

» Le mode de formation de ce composé nous permet de lui assigner la constitution

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH^2 - CO - COOC^2H^5 :$$

c'est donc le 2-méthyle-6-8-dione 2-nonéoate d'éthyle ou éther méthylhexénone pyruvique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage volumétrique de l'aldéhyde éthylique.* Note de M. X. **Rocques**, présentée par M. Friedel.

« J'ai indiqué récemment (¹) un mode de dosage de l'aldéhyde éthylique, basé sur l'action des bisulfites alcalins sur ce corps. Ayant eu l'occasion d'employer à nouveau cette méthode, j'ai remarqué que la température exerçait une influence considérable sur la réaction et que, tandis que celle-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 524; 10 octobre 1898.

ci s'effectuait en moins de vingt-quatre heures à la température de 25° à 30°, elle n'était pas encore terminée en quarante-huit heures quand la température s'abaissait à 15°. J'ai donc été amené à étudier l'influence de la température et j'ai modifié de la manière suivante le mode opératoire :

» La solution aldéhydique est placée dans un petit ballon jaugé de 100^{cc}. On y ajoute un volume connu de la solution alcoolique de bisulfite et l'on complète le volume à 100^{cc} avec de l'alcool à 50° pur. On prépare un ballon témoin contenant la même quantité de solution bisulfitée, et de l'alcool à 50° formant aussi un volume de 100^{cc}. Les deux ballons (dont les cols doivent être assez longs pour que le liquide puisse se dilater sans faire sauter le bouchon) sont solidement bouchés et placés dans un bain d'eau maintenu à 50°. Au bout de quatre heures, on retire les deux ballons, on les fait refroidir et l'on procède au titrage à la liqueur d'iode comme je l'ai indiqué.

» En appliquant cette modification j'ai obtenu des résultats satisfaisants pour l'essai de solutions aldéhydiques dont la teneur était comprise entre 0,5 et 2 pour 100. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage des sucres diabétiques par le polarimètre, par le coefficient de réduction et par la fermentation.* Note de M. **Frédéric Landolph.**

« Les dernières Notes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, sur les urines diabétiques, peuvent être complétées aujourd'hui par des recherches faites tant au laboratoire de M. le Dr Albert Robin, à l'hôpital de la Pitié à Paris, qu'à Aix-les-Bains durant la saison dernière. Les résultats obtenus sont les suivants :

» Les sucres diabétiques se présentent sous trois formes différentes au moins, à savoir :

» *a*. Sucre diabétique dont le pouvoir réducteur sur la solution de Fehling est sensiblement égal, mais plutôt inférieur, à celui du sucre de raisin. Donc 100^{gr} de ce sucre correspondent à 220^{gr} d'oxyde de cuivre. Ce sucre réduit en jaune, et le protoxyde de cuivre obtenu reste suspendu dans le liquide, ce qui rend la titration difficile et longue, sinon impossible quelquefois. Seule, la détermination du coefficient de réduction par voie sèche nous donne des résultats rapides et sûrs. La quantité de sucre trouvée par le polarimètre est sensiblement égale à la quantité trouvée par titration avec la solution de Fehling. Le champ visuel au polaristrobomètre de Pfister-Streit, de Berne, est jaune intense. L'acide carbonique obtenu par

fermentation donne le même chiffre que celui qui est fourni par le polarimètre et par la réduction. Ce sucre est thermo-optique fortement négatif, c'est-à-dire que la chaleur détruit complètement, ou du moins en bonne partie, son pouvoir rotatoire, phénomène qui se produit également par le repos au bout d'un temps plus ou moins long. Cette espèce de sucre ne peut être considérée comme sucre diabétique proprement dit.

» *b.* Sucre diabétique dont la molécule réduit une fois et demie plus que celle du sucre de raisin. Ici, 100^{gr} de ce sucre correspondent exactement à 330^{gr},75 d'oxyde de cuivre. Le polarimètre indique une quantité de sucre bien moindre que la réduction. Le champ visuel dans le polaristrobomètre de Pfister-Streit est d'un rouge intense. L'acide carbonique obtenu par fermentation correspond (aussitôt après la fermentation, terminée toujours complètement au bout de neuf heures, et une fois le gaz refroidi à 12° ou 15°, et après l'écoulement du mercure) à la quantité de sucre trouvée par réduction; tandis que le volume final de l'acide carbonique obtenu au bout de deux, trois ou quatre jours, correspond à la quantité de sucre indiquée par le polarimètre. Ici, une partie de l'acide carbonique formé est de l'hydrate carbonique, dissocié à la température de fermentation de 40°-45°, mais se reconstituant peu à peu à la température ordinaire et formant à la surface de l'urine, dans les tubes de fermentation, tels que les fournit, selon mes indications, la maison Leune, un anneau blanchâtre, épais et paraissant être formé de paillettes solides. Ce sucre est thermo-optique stable, ou du moins thermo-optique très peu négatif; il constitue un véritable sucre diabétique nettement défini. Ce sucre réduit en rouge vif; la réduction est nettement instantanée; le protoxyde se dépose fort bien immédiatement, et le liquide reste clair et limpide.

» *c.* Sucre diabétique dont la molécule réduit deux fois plus que celle du sucre de raisin. Ici 100^{gr} de sucre correspondent exactement à 441^{gr} d'oxyde de cuivre. Le polarimètre indique moitié moins de sucre que la réduction. Le champ visuel, dans le polaristrobomètre de Pfister-Streit, est violacé. Le volume de l'acide carbonique obtenu à la fin de la fermentation correspond à la quantité de sucre trouvée par réduction par le procédé de Fehling, tandis que le volume de l'acide carbonique résultant à la fin de la condensation correspond exactement à la quantité de sucre indiquée par le polarimètre. Ce sucre réduit instantanément en rouge sombre violacé; le protoxyde se dépose nettement et le liquide reste toujours parfaitement limpide. C'est le sucre diabétique par excellence et celui qui caractérise le diabète aigu. Les urines contenant cette espèce de sucre sont

beaucoup plus rares que les urines de la première et de la deuxième catégorie. Ce sucre est thermo-optique nettement positif.

» Ainsi nous avons aujourd'hui un moyen sûr pour différencier les diverses affections glycosuriques et diabétiques, ce qui peut être d'une certaine importance pour les médecins. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Premières conclusions générales sur les charbons humiques*. Note de M. C.-Eg. Bertrand.

« L'analyse microscopique du brown oilshale de Broxburn, du schiste du Bois d'Asson, du charbon humique de Ceara et des schistes bitumineux de l'Allier me permet de formuler les premières conclusions générales ci-après :

» 1. Il existe une classe de charbons organiques amorphes, produits par des accumulations de gelée brune humique solidifiée et fossilisée en présence de bitumes. Je propose de les distinguer des autres charbons en les désignant sous le nom de *charbons humiques*. Ces charbons correspondent à peu près aux schistes bitumineux de l'industrie, comme les *charbons d'algues* ou *charbons gélosiques* correspondent aux *bogheads*.

» 2. La gelée brune des charbons humiques est la même matière que celle qui forme la trame fondamentale des *schistes organiques*. Dans les charbons humiques, la gelée brune est la matière dominante; c'est elle qui donne à la roche ses caractéristiques essentielles, au moins optiquement. Dans les schistes organiques, la gelée brune, plus ou moins raréfiée et déchirée, est subordonnée à la matière minérale; c'est cette dernière qui donne à la roche ses principales caractéristiques optiques.

» 3. Les charbons humiques conservent le facies macroscopique de charbon toutes les fois que la localisation élective des matières minérales sur la gelée brune n'a pu s'exercer que faiblement. Quand, au contraire, cette localisation a pu s'exercer librement, la roche charbonneuse prend l'aspect schisteux.

» 4. Les charbons humiques apparaissent ainsi comme de simples incidents au cours de formations schisteuses. Le dépôt plus abondant de gelée brune indique, dans les exemples cités, un amoindrissement dans l'arrivée des eaux d'alimentation des bassins de dépôt, et, par suite, des périodes de sécheresse relative. Cette conclusion est contrôlée par la constatation d'une plus grande abondance des pluies de pollen aux mêmes périodes.

» 5. La gelée des charbons humiques est aussi la même matière que celle qui forme la trame des *bogheads*, des *charbons sporopolliniques* et des *charbons de menus débris*, c'est-à-dire des *charbons à corps accidentels dominants*. Les charbons humiques sont donc les charbons les plus simples qui se puissent produire au cours d'une formation schisteuse. Ils relient, d'une part, les *schistes organiques* aux *charbons organiques;* d'autre part, *ils sont le fond commun dans lequel s'accumulent les corps caractéristiques des divers types de charbons à corps accidentels dominants*.

» 6. En nous apprenant à lire quelques-unes des qualités de la gelée fondamentale commune à divers types de charbons organiques, les charbons humiques nous permettent d'apprécier les conditions initiales nécessaires à la formation de ces charbons.

» 7. Je ne puis dire si la gelée brune est d'origine bactérienne.

» Elle apparaît comme un précipité amorphe qui a fait prise. Il ne m'a pas été possible de résoudre la gelée contractée et solidifiée en organismes figurés. D'autre part, les nodules siliceux m'ont montré cette matière comme une substance amorphe en flocons grumeleux. Selon son degré de dilution, la gelée brune s'est diversement déchirée pendant la prise et le retrait. Diluée comme dans le schiste du Bois d'Asson, la gelée a pris, en se coagulant, une structure réticulée. En se contractant, elle s'est déchirée. Il s'y est fait des fentes horizontales, qui ont été comblées par un exsudat. Lorsqu'elle était plus consistante, comme dans le brown oilshale, la gelée brune s'est coupée par de grandes fentes obliques, ses morceaux ont glissé les uns sur les autres, et la matière présente une *stratification disloquée*. Le retrait et le tassement qui a suivi suffisent à rendre compte de cette structure spéciale de la roche. La structure réticulée est de beaucoup la plus répandue. Elle se retrouve dans la plupart des schistes organiques, alors même que la matière organique y est extrêmement réduite, comme dans les schistes gris ordinaires des houillères du Nord et du Pas-de-Calais.

» 8. La gelée fondamentale est chargée de corps bactérioïdes. Sa charge en bactérioïdes augmente généralement avec la fréquence plus grande des menus débris végétaux humifiés. Les corps bactérioïdes ressemblent beaucoup à des spores de bactéries. Il ne m'a pas été possible de reconnaître avec certitude la nature de ces corps, ni même de décider si nous sommes en présence des restes d'organismes figurés ou d'inclusions inorganiques. Les bactérioïdes semblent faire partie normalement de la gelée fondamentale, bien plutôt qu'y avoir été ajoutés après coup. Ils ont été entraînés dans les exsudats de remplissage, à la manière des corps légers. Ces argu-

ments indirects et beaucoup d'autres sont favorables à la notion des restes d'organismes bactériens. Il y a toutefois de très grandes différences entre l'état de ces corps bactérioïdes et celui des bactéries saisies vivantes dans le même milieu. Dans les bactéries coprophiles, et aussi dans un organisme voisin, le *Zoogleites elaverensis*, la présence des protoplastes fixés est indiquée par une localisation du bitume.

» 9. La gelée fondamentale localise normalement l'argile par une action élective. Cette matière s'y individualise parfois en cristaux tardifs. La localisation élective de la pyrite est beaucoup moins nette. Elle dépend peut-être des matières ajoutées à la gelée fondamentale, ou de variantes secondaires dans la composition de celle-ci, par exemple d'une addition de produits sulfurés dans les schistes de Buxière et de Saint-Hilaire.

» 10. *Convenablement modifiée*, la gelée brune localise la silice et détermine la formation de nodules : *Silex de la grosse couche de Buxière.*

» 11. Les exsudats tardifs localisent les matières minérales : *Localisation de la calcite dans l'exsudat du schiste du Bois d'Asson.* »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le mode de formation de l'indigo dans les procédés d'extraction industrielle. Fonctions diastasiques des plantes indigofères* ([1]). Note de M. L. **Bréaudat**, présentée par M. Duclaux.

« En Chine, la préparation de l'indigo se fait de la façon suivante :

» Les feuilles d'indigotier, rangées en bottes serrées dans des cuves de maçonnerie, sont mises en macération dans l'eau. Une fermentation s'établit et dure environ dix-huit heures. Le liquide, qui a pris une teinte jaune verdâtre, est transvasé dans une cuve, additionné de lait de chaux et battu pendant deux ou trois heures. L'indigo se précipite. On le fait bouillir à plusieurs reprises, on le laisse déposer et, après décantation, on le recueille sur des toiles. Il est ensuite mis en pains cubiques, pressé et séché à l'ombre.

» Schunck démontra, en 1855, que l'*Isatis tinctoria* qui produit de l'indigo contient un glucoside, l'indican, décomposable en indigo et indiglucine. En 1879, il fit la même démonstration pour le *Polygonum tinctorium*.

» Il paraît donc certain que les Indigofères contiennent tous le même

---

([1]) Travail du laboratoire de M. le Dr Calmette, directeur de l'Institut Pasteur de Lille.

glucoside, donnant de l'indigo et de l'indiglucine sous l'influence d'une fermentation spéciale.

» En 1887, M. Alvarez attribuait cette fermentation à l'intervention d'un bacille encapsulé, pathogène, rappelant ceux de la pneumonie ou du rhinosclérome, bacille qu'il signalait aussi comme capable de produire la fermentation indigotique.

» Les intéressants travaux de M. G. Bertrand et de M. Bourquelot nous ont fait penser que cette fermentation pourrait être due à la présence dans les Indigofères et à l'action d'une ou de plusieurs diastases, et nous avons dirigé des recherches dans ce sens.

» A défaut d'*Indigofera*, nous avons choisi une Crucifère, l'*Isatis alpina*, qui donne de l'indigo et qui contient également de l'indican. Nous avons extrait ce glucoside par la méthode de Schunck.

» 1° Des feuilles d'Isatis, chauffées à 110° et laissées en macération à 37° pendant dix-huit heures, ne produisent plus d'indigo;

» 2° Lavées, brossées dans l'eau chloroformée et mises à macérer dans ce même liquide ou dans de l'eau contenant une trace d'essence de moutarde, elles produisent de l'indigo bleu, après environ quarante-cinq minutes d'agitation;

» Après trituration avec du sable, dans l'eau chloroformée, filtration, on obtient de l'indigo en peu de temps par agitation du liquide.

» Les microrganismes ne jouent donc aucun rôle utile dans la formation de l'indigo bleu.

» 3° Des feuilles d'Isatis sont incisées sous l'alcool à 95°, triturées, épuisées à froid par le même liquide. Le résidu, traité ensuite par l'eau chloroformée, abandonne vraisemblablement à celle-ci la ou les diastases. Cette solution dédouble en effet l'indican. Elle ne le dédouble plus si on la fait bouillir et refroidir avant de l'ajouter à la solution d'indican.

» La même solution chloroformée décompose l'amygdaline en moins de vingt-quatre heures.

» Les feuilles d'Isatis contiennent donc une diastase hydratante, capable de transformer l'indican en indigo et indiglucine;

» 4° Le sucre d'Isatis bleuit la teinture de gayac. Il ne la bleuit plus après ébullition.

» La solution chloroformée contenant la diastase hydratante oxyde l'hydroquinone et le pyrogallol.

» Une macération de feuilles, faite dans *l'eau distillée*, ne donne pas d'indigo bleu. Elle en produit, si l'on alcalinise légèrement le liquide de macération par de l'eau de chaux, de la soude ou de la potasse. L'indigo se dépose même spontanément si les feuilles sont mises à macérer directement dans une eau distillée alcaline.

» Des feuilles d'Isatis sont triturées dans *l'eau distillée* et laissées douze heures en macération. Le liquide filtré est divisé en trois tubes. Les nos 1 et 2 sont portés à 90°

pendant cinq minutes et leur contenu ne doit plus bleuir la teinture de gaïac. De l'eau de chaux est ajoutée aux tubes 2 et 3 seulement. Après agitation et séjour à l'étuve de même durée, on trouve de l'indigo, en quantité notable dans le n° 3, peu sensible dans le n° 2 et nulle dans le n° 1.

» Enfin, un peu de la solution chloroformée est ajouté à une solution étendue de salicine, alcalinisée par de l'eau de chaux. Après six heures de séjour à 37°, il s'est formé de l'aldéhyde salicylique.

» Il existe donc un ferment oxydant dans le suc des feuilles d'*Isatis alpina*. Ce ferment transforme l'indigo blanc en indigo bleu. L'alcalinité du milieu favorise son action. L'eau de chaux seule ne peut produire cette oxydation.

» De l'ensemble de ces expériences, nous concluons :

» 1° Dans la fermentation indigotique des feuilles d'*Isatis alpina*, les microrganismes ne jouent aucun rôle utile;

» 2° Cette plante contient une diastase hydratante et une oxydase. En présence de l'eau, la première dédouble l'indican en indigo blanc et indiglucine, la deuxième oxyde l'indigo blanc et le transforme en indigo bleu, à la faveur d'un alcali;

» 3° Il nous paraît hors de doute que toutes les plantes capables de donner de l'indigo contiennent ces deux diastases.

» L'*Indigofera anil* se trouve dans ces conditions.

» L'*Indigofera dosna*, qui ne donne pas d'indigo, ne contient ni indican, ni oxydase.

» Nous donnerons ultérieurement le détail de nos expériences. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'absorption des sels halogénés du potassium par les plantes*. Note de M. E. **Demoussy**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Dans un travail présenté à l'Académie en 1894 (¹), j'ai montré que les nitrates sont retenus en nature dans les végétaux par le protoplasma vivant, et que dans cet état ils se comportent comme s'ils étaient insolubles. J'ai conclu de là que la théorie de l'assimilation des matières minérales par les plantes, exposée par M. Dehérain en 1865, s'applique parfaitement à l'accumulation des nitrates. Il s'ensuit que, lorsque des végétaux plongent leurs racines dans une solution de nitrate, ils peuvent absorber

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 79, et t. CXIX, p. 868; 1894.

proportionnellement plus de sel que d'eau ; c'est ce que l'on observe en employant des liquides de concentration convenable.

» De ce que les plantes saisissent avidement les nitrates et que ces sels sont nécessaires à la formation de leurs albuminoïdes, peut-on conclure qu'il y a là quelque chose de particulier et que cette absorption est due à une propriété spéciale du protoplasma vivant, accumulant en quelque sorte les matériaux indispensables à l'évolution de la plante, ou bien cette propriété s'observe-t-elle aussi pour des corps inutiles, en particulier pour les chlorures? L'importance du chlore est, en effet, loin d'être aussi grande que celle de l'azote nitrique, et de faibles quantités suffisent pour que cet élément remplisse le rôle qu'on lui attribue dans la migration de l'amidon.

» En adoptant le mode opératoire déjà employé pour les nitrates, il a été facile de voir que l'absorption du chlore est comparable à celle de l'azote nitrique. C'est ainsi que de jeunes colzas appauvrissent rapidement une solution de chlorure de potassium ; le liquide, qui contenait au début 10^{mgr} de chlore dans 50^{cc}, n'en renferme plus que $5^{mgr},3$ le huitième jour, et en est complètement privé le dix-huitième jour.

» On peut se rendre compte de l'énergie avec laquelle les plantes attirent le chlorure de potassium, en comparant le poids de chlore absorbé à celui qui aurait été prélevé, si la transpiration avait seule causé l'absorption.

» Dans cette expérience, 20^{mgr} de chlore ont été pris, tandis que $4^{mgr},1$ seulement seraient entrés dans les plantes s'il y avait dépendance absolue entre le dissolvant et le corps dissous.

» Le liquide épuisé a ensuite été remplacé par une solution neuve; pendant trois semaines, la concentration a diminué et est tombée de 10^{mgr} à $4^{mgr},8$ pour 50^{cc}; l'absorption a eu lieu comme précédemment, mais elle a été plus lente. Pendant cette deuxième période, le prélèvement de chlore a été de $13^{mgr},1$; il n'aurait été que de $3^{mgr},7$ si l'évaporation avait seule été en jeu.

» Pour les huit jours qui suivent, la concentration du liquide ne varie pas ; elle se maintient à $4^{mgr},8$ pour 50^{cc}; aussi l'absorption trouvée, $1^{mgr},4$, est-elle égale à celle qui correspondrait à l'évaporation.

» Les observations durent encore quinze jours, pendant lesquels la solution se concentre; sa teneur en chlore passe à 7^{mgr} pour 50^{cc}. Dans ce cas, les colzas n'ont absorbé que $1^{mgr},3$ de chlore; ils en auraient pris $4^{mgr},1$ si l'absorption était réglée par la transpiration.

» Trois phases se présentent donc : au début, les plantes fixent rapidement le chlorure de potassium, le liquide s'appauvrit; puis, comme l'absorption devient de moins en moins active, elle peut se trouver avec l'évaporation dans un rapport tel que la solution soit absorbée sans changement ;

très souvent cette absence de variation persiste pendant un temps trop court pour qu'elle soit nettement observée. Enfin, un peu plus tard, l'absorption de sel diminue encore et, comme au contraire la transpiration croît par suite du développement des feuilles, c'est l'absorption d'eau qui prédomine et le liquide se concentre.

» D'autres expériences semblables ont confirmé les faits précédents :

» Pour établir, d'une façon rigoureuse, que les plantes absorbent les chlorures comme les nitrates, on disposa en même temps deux cultures de colzas identiques; à l'une on fournit une solution de nitrate à 20^{mgr} d'azote pour 100^{cc}, à l'autre, on donna une solution de chlorure renfermant encore 20^{mgr} de chlore dans 100^{cc}. La marche de l'absorption fut la même dans les deux cas; lorsqu'on mit fin à l'expérience, les poids d'azote nitrique et de chlore prélevés ont été sensiblement les mêmes : $33^{mgr},8$ et $35^{mgr},3$.

» Au point de vue de l'absorption, il n'existe pas de différence entre les nitrates et les chlorures; si maintenant on répète pour les chlorures les expériences qui nous ont servi à montrer que les nitrates sont retenus par le protoplasma vivant, on arrive à la même conclusion. En effet, l'eau froide n'enlève pas de chlore à des plantes vivantes riches en chlorures, comme les salsolas, la glaciale; au contraire, l'eau bouillante en extrait la totalité. Le même résultat est obtenu en tuant les plantes par le chloroforme ou mieux par de l'éther, qui ne risque pas d'introduire du chlore dans le liquide; après ce traitement, le chlorure contenu se diffuse rapidement dans l'eau froide, et des lavages ultérieurs à l'eau chaude n'enlèvent plus rien.

» Les sels solubles que les plantes absorbent et conservent en nature sont retenus par le protoplasma vivant et le quittent lorsque celui-ci est contracté au moment de la mort. Les choses se passent comme s'il y avait combinaison entre les sels et la matière vivante, combinaison non définie, analogue à celle qui se manifeste entre l'argile colloïdale et certaines matières solubles; l'analogie est d'autant plus frappante que, si l'argile est contractée par la dessiccation, elle perd ses propriétés absorbantes.

» En voyant la facilité avec laquelle est absorbé le chlorure de potassium, j'ai pensé qu'il serait intéressant de rechercher si cette absorption se produirait aussi pour le bromure, sel que l'on ne rencontre jamais chez les plantes terrestres.

» Une solution de bromure de potassium, à 10^{mgr} de brome pour 50^{cc}, dans laquelle plongeaient des racines de colzas, s'est affaiblie peu à peu absolument comme la solution de chlorure et, après vingt-trois jours, ne renfermait plus que $1^{mgr},3$ de brome

dans 50^{cc}. Pendant ce temps $18^{mgr},6$ de brome ont été absorbés, tandis que 4^{mgr} seulement l'auraient été si la transpiration était la seule cause de l'absorption.

» Voilà donc un sel, qui n'existe jamais chez les colzas et qui est absorbé volontiers, cela sans que les plantes en souffrent.

» Il n'en est plus de même lorsqu'au bromure de potassium on substitue l'iodure. La teneur du liquide en iode varie très peu; de 10^{mgr} pour 50^{cc}, elle tombe à 9^{mgr} après huit jours, puis remonte à $9^{mgr},5$ et à 10^{mgr} le vingt-troisième jour. $11^{mgr},5$ d'iode ont été pris, et l'évaporation seule aurait causé l'absorption de $11^{mgr},8$. Ici l'absorption présente une marche parallèle à celle de la transpiration, et les plantes n'ont aucune appétence pour l'iodure; même ce corps a des effets toxiques, car bientôt les colzas périssent.

» Il y a là une distinction intéressante entre les végétaux terrestres, qui ne supportent pas l'iode, et les plantes marines, chez qui l'iode fait partie intégrante de la matière organique. Dans une Note prochaine, je me propose de montrer que, si les plantes prennent aussi volontiers les chlorures que les nitrates lorsque ces sels sont séparés, il n'en est plus de même lorsqu'ils se trouvent ensemble. J'étudierai aussi l'absorption de différents métaux, isolés ou en mélange. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les lésions des centres nerveux, produites par l'hyperthermie expérimentale.* Note de M. **G. Marinesco**, présentée par M. Bouchard.

« L'étude approfondie des lésions des centres nerveux dues à l'hyperthermie expérimentale comporte un grand intérêt, au double point de vue théorique et pratique. On sait, en effet, que Goldscheider et Flatau, qui ont décrit pour la première fois ces lésions, se sont empressés d'appliquer à la pathologie humaine les données de l'expérimentation. Deux faits principaux ressortent de leurs expériences. L'élévation de température a une influence décisive sur l'apparition des lésions: 1° si la température de l'animal dépasse 43°, il y a des modifications histologiques appréciables dans la moelle; 2° la durée de l'hyperthermie est aussi un facteur important dans la production de ces lésions, de sorte que si l'on maintient les animaux pendant trois heures à l'étuve, les lésions apparaissent même à une température de 41°,7 à 42°, et particulièrement à la périphérie de la cellule.

» Lugaro a répété ces expériences et étudié avec plus de détails les lésions de tous les centres nerveux.

» J'ai repris moi-même les mêmes expériences et en voici le résultats :

» On peut, à mon avis, diviser les lésions de l'hyperthermie expérimentale en trois groupes; suivant que la température a été plus ou moins élevée et sa durée plus ou moins longue.

» Dans un premier groupe d'expériences, il s'agit d'animaux qui ont été gardés à l'étuve pendant quarante minutes, en moyenne, à une température considérable allant jusqu'à 47°. Dans ce cas, la lésion de la cellule nerveuse se présente sous la forme d'une désintégration ou d'une chromatolyse périphérique. Tantôt une partie seulement de la périphérie est altérée, tantôt cette altération est circulaire. Dans ce premier degré d'altération, les éléments périnucléaires et leur noyau sont d'apparence à peu près normale, et les prolongements de la cellule ne sont pas colorés. Ces altérations sont réparables.

» Dans un second groupe de faits, la durée du maintien des animaux à l'étuve a été de quarante-cinq à soixante minutes et plus; par contre, la température rectale est moins élevée et a oscillé aux environs de 45°. Les lésions ont fait des progrès, la cellule se réchauffant de la périphérie vers le centre, les éléments chromatophiles périnucléaires ont été envahis à leur tour et il en résulte un aspect tout différent de celui décrit précédemment. La chose la plus frappante est la coloration diffuse du corps cellulaire et des prolongements de la cellule. La périphérie de cette dernière est habituellement plus pâle; les éléments chromatophiles, disparus à la périphérie, sont fondus au centre et mal individualisés.

» Le troisième groupe est représenté par des animaux qui ont été maintenus pendant plus d'une heure à une température inférieure à 45°. Ici, les lésions diffèrent en intensité de celles du groupe précédent. L'aspect foncé de la cellule est augmenté, et l'opacité du protoplasma est tellement grande qu'il est presque impossible d'étudier la structure fine du cytoplasma.

» Plus rarement, j'ai trouvé une espèce de fendillement d'une partie de la cellule et la présence de bandes foncées, alternant avec des bandes claires sur le trajet des prolongements de la cellule.

» L'élévation artificielle de la température détermine, dans la structure de la cellule nerveuse, des modifications dans la construction des substances albuminoïdes qui relèvent en grande partie de la coagulation.

» L'étude comparée du système nerveux des fébricitants m'a montré qu'on n'est pas autorisé d'attribuer à la fièvre toutes les lésions que l'on retrouve dans le système nerveux de ces individus; mais que d'autres fac-

teurs, et, en première ligne, les *infections,* interviennent dans leur production.

» Je n'ai trouvé que dans deux cas, sur sept moelles appartenant à des individus qui avaient présenté de la fièvre très élevée, des lésions comparables à celles de l'hyperthermie expérimentale. Juliusburger, de son côté, est arrivé à un résultat analogue. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les lésions précoces des centres nerveux dans la rage.* Note de M. **V. Babes**, présentée par M. Bouchard.

« Dans la rage expérimentale, le siège principal des lésions est dans le bulbe et dans les cornes antérieures de la moelle épinière. J'avais précisé, en 1892 (*Annales de l'Institut Pasteur,* mars), ces lésions en employant les méthodes modernes pour la coloration des cellules nerveuses et de leurs éléments chromatophiles.

» Par ces méthodes, je ne pouvais constater que le peu de lésions dans la rage de passage du lapin, tandis que dans la rage de rue et chez le chien (aussi dans l'infection intracranienne par la rage de passage), de même que chez les individus morts de la rage, il y avait toujours des lésions bien caractéristiques, parmi lesquelles j'avais signalé l'hyperémie, parfois avec hémorragie, l'œdème, la leucocytose, la diapédèse et la prolifération cellulaire autour des vaisseaux et surtout autour de certaines cellules nerveuses (nodules rabiques), des modifications profondes de ces dernières, notamment la chromatolyse et la desquamation des éléments chromatiques, l'état vacuolaire et souvent avec invasion des leucocytes dans l'intérieur de la cellule renfermant souvent aussi des granulations particulières, enfin des lésions des noyaux et des nucléoles décrites en détail plus tard (dans la *Berliner klin. Wochenschrift,* t. I; 1898). Dans ce Travail, j'insiste sur la localisation des lésions rabiques. On distingue surtout une localisation des lésions rabiques autour du canal central, une autre latérale sous la dépendance des vaisseaux antéro-latéraux et une autre antéro-médiane.

» Ces lésions sont plus prononcées que les lésions peu stables et parfois très limitées du tétanos. Seulement, dans des cas de rage de passage du lapin, on trouve souvent des lésions très peu prononcées, tandis que, dans certains cas, le virus de passage très fortifié, hypervirulent, produit des lésions précoces et très prononcées. Ainsi nous possédions à un moment

donné un virus qui tuait non seulement le lapin, mais aussi le chien après injection intracranienne en cinq à six jours en produisant dès le quatrième jour des lésions très prononcées de la moelle et du bulbe.

» Comme Goldscheider et Flatau (*Fortschritte der Medicin;* 1897) ont trouvé des lésions précoces dans le tétanos expérimental qui se prononce avant que les symptômes de la maladie éclatent, et notamment une chromatolyse avec tuméfaction de la cellule et du noyau, de même que des modifications du noyau, lésions qui disparaissent en grande partie après la déclaration des symptômes tétaniques, je me suis demandé comment se comportent les lésions précoces de la rage. Les études de ce genre permettent encore de pouvoir pénétrer dans le processus intime de la lutte du virus contre l'appareil de défense de l'organisme au niveau de la substance grise centrale, la seule qui soit sérieusement atteinte dans la rage.

» Notre disposition expérimentale a été très simple : nous inoculions à plusieurs reprises des séries de lapins et de chiens par trépanation avec le virus de la rage de passage plus ou moins virulent ou bien par le virus des rues en sacrifiant chaque jour un des animaux par décapitation et en examinant la moelle et le bulbe de ces animaux après durcissement en alcool formolisé surtout par la méthode de Nissl, de même qu'avec la thionine.

» Voici les résultats de nos recherches :

» La substance hypervirulente produit souvent des lésions appréciables, dès le *troisième jour* après l'infection, alors qu'aucun symptôme ne révèle encore la rage. Parfois seulement, il existe à ce moment une faible élévation de température. Toutefois, on observe déjà par places, surtout dans les cornes antérieures, une hyperémie prononcée, une faible leucocytose dans les capillaires du bulbe et des cornes antérieures et une faible tuméfaction des cellules des parois vasculaires plus prononcée aux deux côtés du canal central. Il y avait auprès des petites cellules rondes mononucléaires des éléments beaucoup plus petits, de 2μ, ovulaires, souvent en division, colorés fortement par le bleu polychrome. En même temps, quelques cellules nerveuses de cette région ou bien des parties latérales des cornes antérieures sont plus pâles avec les éléments chromatiques gonflés et en voie de fragmentation.

» Les lésions vasculaires sont un peu plus prononcées dans la moelle cervicale que dans la moelle lombaire, mais les lésions cellulaires montrent partout le même degré.

» Dès le *quatrième jour,* les lésions sont beaucoup plus prononcées. On trouve à cette époque, chez le lapin de même que chez le chien, une leucocytose prononcée, les capillaires renfermant une grande quantité de leucocytes surtout mononucléaires et des éléments décrits plus haut; les vaisseaux sont, par place, entourés d'une large zone embryonnaire, la paroi des vaisseaux plus grands est épaissie, cellulaire, et l'espace périvasculaire renferme des cellules rondes mononucléaires. Ces cellules migratrices se dirigent avec prédilection vers les cellules nerveuses formant par places de petits noyaux péricellulaires (nodules rabiques); ce sont surtout les cellules près du canal central ou bien celles des parties latérales qui sont entourées de cellules migra-

trices tout en montrant des lésions très nettes, qui consistent dans leur tuméfaction, avec gonflement des éléments de Nissl, qui pâlissent et disparaissent. Tantôt cette disparition est complète dans toutes les cellules de la corne antérieure, tantôt un nombre plus ou moins grand de cellules gardent à leur périphérie, ou autour du noyau, des éléments ou des granulations colorées. Le noyau devient plus clair, le nucléole reste ordinairement sur place sans changer d'aspect.

» Ces lésions sont également prononcées dans toutes les parties de la substance grise du bulbe et de la moelle chez le lapin et chez le chien infectés par la substance hypervirulente, tandis que le virus de passage *ordinaire* produit ces effets plus tard. Chez le lapin, il faut souvent beaucoup chercher pour trouver des lésions le quatrième jour après l'infection, on y trouve cependant dans certains groupes des cellules de la corne antérieure quelques cellules gonflées avec désagrégation partielle des éléments chromatiques et une faible augmentation des éléments des parois vasculaires; dans le bulbe on voit dans certains vaisseaux une accumulation des petits éléments chromatiques décrits plus haut. Chez le chien on trouve, au contraire, dès le quatrième jour une hyperémie très accentuée au niveau de certains groupes cellulaires des cornes antérieures et des lésions vasculaires inflammatoires avec de larges zones cellulaires périvasculaires dans le bulbe, surtout le long du raphé, aux parties latérales et dans les olives, de même que la tendance de former des nodules autour des cellules nerveuses qui, à leur tour, subissent les modifications décrites. Il est donc évident que les lésions rabiques commencent dès le quatrième jour après l'infection intracranienne par une prolifération vasculaire avec diapédèse assez diffuse du bulbe.

» Chez le chien les lésions descendent les jours suivants et elles sont toujours bien prononcées après la mort, tandis que chez le lapin on voit seulement, à la suite d'infection avec la rage de rue ou bien avec la substance hypertoxique, des lésions prononcées des centres nerveux; souvent les lésions prononcées les quatrième et cinquième jour n'augmentent pas, et souvent on trouve après la mort, survenue le septième ou le huitième jour, à peine quelques cellules pâles vacuolaires et, par places, de l'hyperémie avec un peu de diapédèse cellulaire.

» Il résulte de ces recherches que la rage produit des lésions vasculaires et cellulaires de la substance grise, notamment une hyperémie, une leucocytose, une prolifération vasculaire et une diapédèse, de même que des lésions particulières des cellules nerveuses qui sont déjà manifestes un ou deux jours avant l'apparition des premiers symptômes rabiques. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Observations sur la marche générale de l'histogénie et de l'organogénie*. Note de M. **J. Kunstler**, présentée par M. Milne-Edwards.

« La *Théorie cellulaire* est une hypothèse qui a eu le sort bien rare de régner, depuis plus d'un demi-siècle, dans tout le domaine des Sciences biologiques.

» L'unanimité et la durée de l'accord qui s'est fait sur cette théorie sont presque uniques dans les annales des Sciences naturelles. Toutefois, depuis une quinzaine d'années, elle n'a pas été sans subir diverses atteintes plus ou moins directes. De différents côtés, des objections ont été opposées à cette quelque peu tyrannique doctrine scientifique. Pour ce qui est de la cellule animale, dès 1882, et dans diverses publications, j'ai mis en relief une longue série de faits de nature à faire changer la signification de cette hypothèse. Depuis cette époque, différents auteurs, notamment Whitmann, Sedgwick, Delage, Labbé, ont apporté à cette manière de voir, avec certains faits importants, l'appoint de leur autorité. Pour les tissus végétaux, où les éléments cellulaires sont moins définis et varient encore plus aisément, divers botanistes, tels que Hofmeister, Van Tieghem, Sachs, de Bary, avaient déjà fait des observations similaires. De l'ensemble de ces travaux découlent certaines notions théoriques d'un intérêt spécial, que je me propose de signaler ici d'une façon succincte et forcément dogmatique.

» Si l'entité cellulaire ne saurait rien perdre de sa valeur spéciale dans le domaine de l'Histologie, il ne saurait plus en être de même au point de vue zoologique. Les Protozoaires simples, ceux-là mêmes qui possèdent cette constitution comparable à celle de la *cellule* théorique, ne sont pas les équivalents des éléments histologiques. Il n'y a, entre ces deux sortes de corps, qu'une analogie de constitution physique et non une homologie morphologique.

» Les Métazoaires ne sont pas assimilables à des agrégats de Protozoaires polymorphes; leur complexité est d'origine différenciative. En d'autres termes, l'unité ne dérive pas de la multiplicité, mais celle-ci naît de l'unité. Les Métazoaires sont des pseudo-colonies, ayant pour point de départ une auto-différenciation, et non de vraies colonies de Protozoaires, dérivant de sortes d'altérations des processus reproducteurs, qui seraient transmises par héridité et modelées par le polymorphisme.

» A un point de vue phylogénique, la structure cellulaire semble tirer son origine de nécessités physiologiques diverses, protection, soutien, nutrition (énergides), etc. autant que de différenciations proprement dites. La valeur morphologique des *cellules* est fort variable, souvent plus ou moins nulle, elles peuvent n'être que des individualités physiologiques consécutives à des complications de structure. L'évolution les définit et les fixe; mais elles deviennent cependant d'autant plus nombreuses, dans des tissus similaires, que l'être considéré est plus élevé en organisation. Leur genèse par une segmentation hâtive, dans l'ontogénie, peut, sans doute, être ramenée à un phénomène de cœnogénie, d'une manière analogue à ce qui se voit pour les diverses invaginations embryonnaires (gastrula,

tube médullaire, saccules cœlomiques, etc.) qui ne paraissent aussi dues qu'à des abréviations d'un genre analogue.

» L'origine des éléments cellulaires par différenciation n'est pas un fait isolé dans le règne organique. Leur genèse rentre, au contraire, dans le cadre général de la marche de l'organisation. Ces éléments ne sont, en quelque sorte, que des résultats spéciaux d'un processus général, résultats très répandus et à évolutions parallèles.

» Le principe de la concentration centripète, d'après lequel les dégénérescences individuelles des composants auraient pour résultat direct l'élévation organique du composé, n'a pas pour base un seul fait probant. Il doit y être substitué celui de la dissociation centrifuge.

» L'observation de l'ensemble du règne animal montre que la base de l'échelle zoologique, aussi bien que la base de tous les groupes particuliers, est constituée par des êtres simples et que les complications sont le résultat d'une évolution ([1]). Les organismes ne présentent d'aucune manière et nulle part de nombreuses parties originelles qui se métamorphoseraient par la suite de l'évolution. Il existe, au contraire, une tendance universelle à une dissociation des régions simples en parties nombreuses, répétées en séries diverses et susceptibles d'une foule de différenciations suivies souvent d'une sorte de fausse concentration. Dans leur évolution progressive, les parties ainsi répétées et primitivement similaires ont les destinées les plus variables. Les unes sont sans avenir; d'autres se différencient plus ou moins, soit isolément, soit par groupes; d'autres enfin peuvent avoir de plus hautes destinées. Il y a des passages graduels entre les parties répétées et les organes nettement différenciés, de même que, par un processus particulier, entre les organes et certains individus de nouvelle formation. Un des termes ultimes de ce processus est donc une réelle genèse d'organismes nouveaux, ayant acquis les organes qui leur sont nécessaires pour leur permettre de vivre d'une façon autonome et constitués d'après un plan plus ou moins différent de celui des formes souches. Ainsi peut paraître infirmé, d'une certaine manière et jusqu'à un certain point, l'adage de Linné : *Natura non facit saltus,* et ainsi se trouvent expliquées certaines prétendues lacunes de la série animale. Les hypothèses généralement admises sur le mode de descendance des organismes et sur les affinités des types entre eux doivent, en conséquence, subir une modification importante, notamment en ce qui concerne la descendance progressive par des changements lents et minimes sous l'influence du milieu.

([1]) L'individualité est acquise. Elle n'existe ni à l'origine des choses, ni aux degrés les plus inférieurs du règne animal. Elle se développe de plus en plus, par une continuelle marche ascendante, parallèlement à la différenciation et à la division du travail. Les premiers êtres ne paraissent pas s'être produits comme des sortes de cristaux vivants d'une valeur morphologique primordiale qui constitue la clef de voûte de tout le système philosophique, en sorte de progression arithmétique, qui caractérise l'hypothèse polyzoïque.

» Aussi la représentation de la filiation et de la parenté des formes organiques au moyen d'arbres généalogiques donne-t-elle une idée peu juste de leurs affinités réciproques, du moins pour ce qui est des grands groupes.

» Les segmentations métamériques, qui jouent un rôle si considérable dans certaines vues théoriques, au point qu'elles ont paru suffisantes pour démontrer l'existence de liens de parenté entre des êtres tels que les Annélides et les Vertébrés, sont, comme la répétition de toutes les parties, en séries linéaires ou non, d'essences multiples et variables, non comparables d'un groupe à l'autre, sans équivalence morphologique entre elles et inaptes à servir de base à un rapprochement systématique. Les métamères se constituent toujours dans l'étendue des groupes; comme les cellules, ils ne sont que la manifestation de cas particuliers du phénomène général indiqué plus haut. Les segmentations, comme toutes les répétitions, en général, constituent un processus fréquent; elles se présentent avec les plus grandes dissemblances de forme, de constitution et de valeur morphologique. Dans chaque groupe, ce sont là des formations nouvelles et *sui generis,* de nature plus ou moins différente de ce qui s'observe chez toutes les autres formes, selon leur constitution, leur individualisation, leur perfectionnement organique, etc. »

ZOOLOGIE. — *De l'enfouissement chez les Homaridés et les Thalassinidés.* Note de M. **Georges Bohn** [1], présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Homaridés, voisins de la souche originelle des Anomoures et des Brachyoures, présentent, en y comprenant les Thalassinidés, une série de formes de mieux en mieux adaptées à la vie fouisseuse, comme l'indiquent une différenciation et une spécialisation progressives des appendices thoraciques.

» Les *Homards* vivent le plus souvent dans les rochers à une certaine profondeur; mais ils peuvent, semble-t-il, s'adapter à des fonds meubles; c'est ainsi qu'à Arcachon, Lafont a signalé la faculté qu'ils ont de se creuser dans le sable de véritables terriers. Les pattes thoraciques sont cependant bien peu différenciées pour cela; les quatre dernières paires ont pour rôle de nettoyer la carapace; la deuxième paire (et aussi les troisième et quatrième) peut brosser les appendices, la face externe du branchiostégite, le rostre, etc.; les pattes de la cinquième paire, plus grêles et plus souples, réalisent presque le type des pattes postérieures des Galathéidés : elles nettoient l'abdomen et les articles basilaires des pattes thoraciques, mais s'arrêtent au bord libre du branchiostégite.

» Les *Nephrops,* qui ressemblent beaucoup aux Homards, habitent, au

---

[1] Travail des laboratoires maritimes de Saint-Vaast-la-Hougue et d'Arcachon.

dire de Risso, les grandes profondeurs rocailleuses de la Méditerranée et de la Norvège, mais entre ces deux localités ils pullulent dans les plaines sableuses du golfe de Gascogne. Les pattes thoraciques sont nettoyeuses, en particulier celles des quatrième et cinquième paires; celles de la cinquième fonctionnent comme chez le Homard; celles de la quatrième ont modifié leur rôle, du moins dans l'habitat spécial d'Arcachon.

» Si l'on dépose sur le sable un *Nephrops,* on voit ses pattes entrer en activité; elles effectuent des mouvements continus de va-et-vient, de la région buccale à une multitude de points de la carapace; là elles recueillent une sécrétion œsophagienne visqueuse qui agglutine le sable, ici elles appliquent à la surface du test le ciment ainsi formé. Il y a de la sorte un véritable *habillement par le sable;* on sait, en effet, que c'est par un procédé analogue que les crabes dits *araignées de mer* plantent sur leur dos les algues qui les dissimulent; ici les grains de sable s'accrochent à des poils qui forment un duvet à la surface de la carapace.

» Ainsi les *Nephrops* se constituent un revêtement de sable, et de ce fait ils font le passage aux Thalassinidés qui vivent dans des galeries, tels que les Gébies et les Callianasses.

» Chez les *Gébies*, la différenciation des pattes thoraciques n'est pas poussée bien loin; on observe une tendance à l'élargissement des mains; comme chez les *Nephrops,* ce sont les deux dernières paires qui jouent plus particulièrement le rôle de pattes nettoyeuses; celles de la cinquième paire, qui nettoient les articles basilaires des pattes, franchissent facilement la ligne médiane sternale, vont du côté opposé, et, comme le bord du branchiostégite est éloigné, pénètrent dans la chambre branchiale, devenant ainsi nettoyeuses des branchies et de la face interne du branchiostégite.

» Chez les *Callianasses,* la différenciation des appendices thoraciques est poussée très loin. Les pattes-mâchoires postérieures ont la forme de deux opercules terminés par deux petites tiges mobiles, et constituent dans leur ensemble une sorte d'*auge;* les première et deuxième paires sont terminées par des masses didactyles; celles de la troisième paire sont élargies en forme de *truelle*. Il y a là tout un appareil destiné à fouir le sable.

» Supposons une *Callianassa subterranea* dans sa galerie et voyons comment elle s'y prend pour l'agrandir :

» 1° Elle se rend en un point latéral ou terminal de la galerie et fouille le sable avec les deux paires antérieures, qui agissent un peu comme des *pics*.

» 2° Le sable qui est ainsi mis en mouvement tombe dans l'*auge* formée par les maxillipèdes postérieurs; les petites tiges qui terminent ceux-ci, par leurs mouvements saccadés en arrière, contribuent à l'y accumuler.

» 3° Ce sont elles également qui brassent dans l'auge le sable faisant fonction de

mortier, et qui le mélangent à une sécrétion visqueuse identique à celle que nous avons observée chez les Nephrops.

» 4° Le crustacé transporte le *ciment* ainsi formé en un autre point de la galerie; il l'applique, au moyen de ses pinces, morceau par morceau, sur les parois, qu'il polit ensuite au moyen des *truelles* de la troisième paire.

» Les pattes postérieures sont nettoyeuses comme chez les Gébies; mais elles fonctionnent rarement car l'eau de ces galeries, à parois cimentées, est filtrée comme par une bougie Chamberland.

» Tel est le mécanisme que nous avons observé et qui jusqu'ici, à notre connaissance, était totalement inconnu (*voir* BELL); Milne-Edwards avait émis une opinion erronée, prenant les truelles pour des bêches.

» Dans la nature les Gébies et les Callianasses sont souvent associées, et nos observations et expériences personnelles nous font penser que les Gébies empruntent les galeries creusées par les Callianasses ou d'autres animaux.

» Ainsi, chez les Homaridés et les Thalassinidés, la vie fouisseuse entraîne, comme première conséquence, des modifications importantes des appendices thoraciques. Quels sont les autres effets de ce mode de vie sur les animaux que nous étudions?

» 1° La taille devient moindre; 2° la chitinisation diminue; 3° la pigmentation s'affaiblit; 4° le branchiostégite se développe peu et n'arrive pas à recouvrir les articles basilaires des pattes; 5° les branchies restent à un stade de développement qui rappelle celui des larves de Homard au moment de l'éclosion; 6° les exopodites des pattes-mâchoires, qui n'ont que des mouvements faibles d'ondulation chez les Homards, ne fonctionnent pas chez les Thalassinidés; et déjà la larve zoé de ceux-ci n'a que des ébauches de maxillipèdes postérieurs.

» Ce sont là des modifications qui rappellent celles que nous avons observées chez les Corystidés fouisseurs [1]. Et nous pouvons considérer les Thalassinidés comme des Homaridés qui ont subi des modifications des appendices thoraciques en rapport avec la vie fouisseuse, et chez lesquels ce mode de vie a déterminé la conservation de caractères embryonnaires chez l'adulte, des retards et des arrêts de développement. »

---

[1] G. BOHN, *De l'enfouissement de l'*Atelecyclus (*Journal Soc. sc. Arcachon* 1898-1899).

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Troques*. Note de M. **A. Robert**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'étude de l'anatomie des Gastéropodes rhipidoglosses a été poussée fort loin aujourd'hui par de nombreux chercheurs, mais il n'en a pas été de même, jusqu'ici, de leur développement. L'embryologie des Troques, en particulier, semble avoir été presque entièrement négligée.

» Grâce à l'admirable installation des laboratoires de Banyuls et de Roscoff, nous avons pu réussir à suivre le développement à peu près complet de deux espèces de Troques et observer, en outre, quelques stades de deux autres espèces.

» La fécondation est externe chez ces animaux; les deux sexes émettent leurs produits génitaux dans l'eau ambiante.

» Les Troques pondent leurs œufs, ou isolés, ou en chapelet empâté dans une masse glaireuse. Parmi les premiers, nous citerons *Trochus magus* et *Trochus cinereus;* parmi les seconds, *Trochus striatus* et *Trochus granulatus*.

» Nous n'avons observé qu'une fois la ponte de *Trochus granulatus,* à Banyuls, au mois de novembre, dans l'un des grands bacs de l'aquarium; malheureusement, la ponte a été détruite accidentellement la nuit suivante.

» *Trochus striatus* nous a donné un très grand nombre de pontes, dans les bacs de Banyuls, à presque toutes les époques de l'année. Dès le mois de décembre, nous avons pu en obtenir quelques-unes; mais c'est surtout à partir du mois de mars qu'elles deviennent abondantes. A Roscoff, c'est à la fin d'août et surtout en septembre que le *Trochus striatus* et quelques espèces voisines déposent leurs œufs.

» Quant au *Trochus magus,* nous n'avons pu en obtenir la ponte qu'à Roscoff, à la fin de juin. Fait intéressant, qui démontre les admirables conditions de vitalité de l'aquarium de Roscoff : des jeunes, nés des pontes du 24 juin dernier, vivent encore aujourd'hui dans le bac même où ces pontes ont été déposées.

» Le temps que dure le développement est très variable. D'ordinaire, la segmentation et la gastrulation demandent une journée; vers le lendemain soir se produit la torsion; le troisième ou quatrième jour apparaissent les

yeux et les tentacules céphaliques, et vers le cinquième les tentacules épipodiaux.

» Le moment de l'éclosion est également variable; mais toujours elle est beaucoup plus précoce chez le *Trochus magus* que chez le *Trochus striatus*. Ce dernier ne sort de sa coque que vers le septième ou huitième jour, c'est-à-dire à un moment aù il a déjà l'ébauche de tous les organes de l'adulte. Au contraire, le *Trochus magus* devient libre vers le troisième jour, c'est-à-dire encore au stade véligère. Aussi n'eussions-nous sans doute pas pu observer la suite de ce développement sans le secours des bacs-filtres, installés par M. Boutan, car les jeunes, conservés dans des cuvettes, meurent ou s'arrêtent dans leur développement.

» Le point capital de l'embryologie des Prosobranches est certainement la torsion de la partie postérieure du corps par rapport à l'antérieure. Cette torsion est absolument indépendante de l'enroulement de la coquille et du sac viscéral; en effet, chez le Troque, la coquille est déjà légèrement nautiloïde, alors que la torsion n'est pas encore commencée; l'animal semble alors disposé dans sa coquille comme un Nautile, c'est-à-dire le pied du côté externe, par rapport à l'enroulement de la coquille.

» Il est facile de suivre sur le même animal vivant la torsion de 180° de toute la moitié postérieure de l'embryon, par rapport à l'antérieure. L'opercule apparaît avant qu'elle ne soit entièrement achevée.

» Les yeux, les tentacules céphaliques se forment dans le champ du voile, comme d'habitude. Un peu plus tard, les tentacules épipodiaux se montrent successivement. Les organes sensoriels, qui accompagnent chacun d'eux chez l'adulte, apparaissent sous forme de gros tubercules, situés sous chacun d'eux. Deux autres tubercules semblables se montrent en avant des tentacules épipodiaux, aux points où seront plus tard les deux parties membraneuses antérieures de l'épipodium. Enfin, un autre tubercule semblable se montre sous le tentacule oculaire droit. Il doit se souder avec lui dans la suite du développement. La partie membraneuse de l'épipodium apparaît bien plus tard que les tentacules et se montre d'abord du côté antérieur droit.

» Enfin, les papilles qui, chez l'adulte, couvrent les tentacules céphaliques et épipodiaux, se forment une à une chez l'embryon et semblent énormes par rapport aux tentacules qui les portent. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Absorption des hydrates de carbone par les racines* [1]. Note de M. **Jules Laurent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note antérieure, j'ai montré que les racines de Maïs absorbent du glucose et du sucre interverti, utilisés pour la croissance de la plante.

» Les cultures faites en milieux liquides stérilisés (liqueur Detmer additionnée de glucose) permettent également d'établir que le Maïs croît normalement dans une atmosphère dépourvue autant qu'il est possible de gaz carbonique, donnant en quelques semaines un accroissement très notable de poids sec. Dans de telles conditions, l'assimilation chlorophyllienne n'est pas entièrement supprimée, mais elle ne peut se faire qu'aux dépens de l'anhydride carbonique fourni par la plante elle-même, de telle sorte que les seules sources de carbone sont les réserves de la graine et le glucose absorbé par les racines. Pour des pieds témoins cultivés sans glucose sous la même cloche, le poids sec a peu varié pendant la durée de l'expérience.

» A l'obscurité et en présence du glucose, l'accroissement du poids sec est plus faible qu'à la lumière, quoique toujours sensible, mais la plante finit par s'arrêter dans son développement. *Les radiations lumineuses sont donc nécessaires pour autre chose encore que pour l'assimilation du carbone.*

» Les sucres réducteurs ne sont pas seuls utilisés par le Maïs; on peut leur substituer d'autres composés carbonés, comme le saccharose, la dextrine ou l'amidon. Les racines de Blé, de Maïs, de Pois *intervertissent le sucre de canne,* non pas seulement à mesure de leurs besoins, mais elles sécrètent assez d'invertine pour que la liqueur contienne bientôt des quantités notables de sucre interverti; le résultat est indépendant de l'éclairement.

» La digestion de la dextrine et de l'amidon par les racines de Maïs est plus lente, et l'on ne retrouve jamais dans la liqueur que des quantités très faibles de glucose; néanmoins, ces deux substances finissent par être absorbées en proportion très appréciable; c'est ainsi que deux pieds de Maïs ont pu consommer, en trente-quatre jours de végétation, plus d'un demi-gramme d'amidon.

---

[1] Travail du laboratoire d'Histoire naturelle de l'École de Médecine de Reims.

» Comme la méthode des cultures en milieux stérilisés est toujours délicate à appliquer, j'ai cherché un procédé plus rapide permettant d'étendre à d'autres plantes les résultats obtenus pour le Maïs.

» Chez la plupart des Graminées, les hydrates de carbone sont mis en réserve sous forme de saccharose; mais chez un grand nombre de végétaux ces réserves se présentent sous forme d'amidon, que la méthode de Sachs (dissolution de la chlorophylle dans l'alcool, puis traitement par l'eau iodée) permet de déceler dans les feuilles.

» Il était important de montrer que le glucose absorbé par les racines peut servir directement à la synthèse de l'amidon.

» Des pieds de Mercuriale, de Haricot, de Séneçon vulgaire, de Capucine, de Grand Soleil, développés dans l'eau distillée jusqu'à complet épuisement des réserves de la graine sont désamidonnés par culture à l'obscurité. On plonge alors les racines dans une solution de glucose et l'on expose la plante *au soleil* dans une atmosphère privée de gaz carbonique. Après cinq à six heures si la température atteint 20° à 25°, les feuilles sont riches en amidon, alors que des pieds témoins maintenus dans l'eau distillée n'en contiennent pas.

» J'ai obtenu les mêmes résultats avec le Lierre terrestre, le Souci des champs, la Mauve à feuilles rondes, en arrosant simplement avec une solution de glucose le sol sur lequel la plante s'était développée, puis en exposant celle-ci à la lumière en l'absence d'anhydride carbonique.

» On peut remarquer, dans ces diverses expériences, que les cellules stomatiques sont les premières dans lesquelles apparaît l'amidon; elles se colorent seules par l'iode lorsque l'absorption de glucose a été faible. Ce sont aussi les dernières cellules dans lesquelles l'amidon disparaît à l'obscurité; la consommation des hydrates de carbone paraît donc y être moins rapide que dans les cellules du parenchyme.

» En résumé, chez les plantes étudiées, et il est vraisemblable que ces conclusions peuvent s'étendre à la plupart des plantes vertes, *il existe deux modes d'assimilation du carbone:* d'une part, *la fonction chlorophyllienne* et, d'autre part, *l'absorption de certains composés organiques après digestion par les racines. Le mode de nutrition carbonée des végétaux sans chlorophylle n'est ainsi qu'un cas particulier de celui des plantes vertes en général.* »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le gisement de Vertébrés aquitaniens des mines d'asphalte de Pyrimont (Savoie).* Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La localité de Pyrimont, déjà célèbre pour les belles exploitations d'asphalte imprégnant les calcaires urgoniens sur la rive savoisienne du

Rhône, mérite de devenir aussi une localité paléontologique classique comme gisement de Vertébrés oligocènes à peu près identiques à la *faune de Saint-Gérand-le-Puy*.

» Au-dessus de l'urgonien asphaltifère en couches sensiblement horizontales, se montre, en discordance et avec des phénomènes de ravinement très accentués, l'étage *aquitanien;* il débute par un puissant conglomérat bréchiforme composé surtout de blocs urgoniens déjà asphaltisés avant leur démantèlement ([1]) et d'une gangue argileuse d'une couleur bleu verdâtre; puis viennent des lits réguliers de sables verdâtres très argileux, visibles sur l'escarpement du Rhône, en amont de l'exploitation. Près de la mine, l'alluvion ancienne ravine brusquement l'oligocène dont l'épaisseur est ainsi réduite à quelques mètres; mais, plus en aval, on peut voir ce terrain continuer, sous forme d'argiles vertes ou rouges, et passer insensiblement au miocène marin *Pecten præscabriusculus*.

» M. Berthet, chef d'exploitation des mines d'asphalte, avait recueilli, dans les sables argileux verts, des débris de Mammifères dans lesquels M. Douxami a reconnu et signalé le *Tapirus helveticus*, l'*Hyotherium Meissneri* et un petit Rhinocéros (*R. minutus*), dont le musée de Chambéry possédait déjà une demi-mandibule provenant de ce même point. Mais une circonstance accidentelle est venue révéler toute l'importance de ce gisement. Le toit de la galerie supérieure des mines, formé par le conglomérat aquitanien, s'est effondré en un point de la galerie, et, au milieu des blocs énormes amenés par cet entonnoir d'éboulement, est descendu le squelette presque entier d'un Rhinocéros, qui a été recueilli par M. Berthet, non sans danger et avec un dévouement digne de tous éloges. M. l'ingénieur Malo a bien voulu faire hommage de cette belle pièce à la collection paléontologique de l'Université de Lyon, et je suis heureux de lui adresser ici tous mes remercîments.

» La tête est dans un magnifique état de préservation, avec les os nasaux en place. Ceci permet de voir que l'animal de Pyrimont appartient à ce groupe curieux des Rhinocéros à cornes latérales dont le seul type européen connu est le *Rhinoceros pleuroceros* de Gannat, décrit par Duvernoy et conservé au Muséum de Paris; les espèces en sont, par contre, nombreuses dans le miocène de l'Amérique du Nord (sous-genre *Diceratherium* Marsh).

([1]) Cette observation démontre que l'imprégnation asphaltique de l'urgonien avait débuté avant l'époque aquitanienne; cette action s'est d'ailleurs continuée plus tard, comme le montre l'imprégnation des sables aquitaniens à l'entrée des galeries d'exploitation.

» Le Rhinocéros de Pyrimont n'est pas absolument semblable au type de Gannat : il est de taille bien plus forte, ses os nasaux sont plus allongés et moins triangulaires; les cornes ou mieux les verrues cornées latérales sont situées plus en avant, de sorte que l'aspect de la région nasale devait être assez différent. Ces animaux sont pourtant très voisins l'un de l'autre pour la structure des molaires, en particulier pour le faible développement des bourrelets basilaires aux deux mâchoires. Les os des pattes étaient assez courts et trapus, un peu moins pourtant que chez les *Rhinoceros aurelianensis* et *brachypus*.

» Les animaux rencontrés jusqu'à ce jour dans le gisement de Pyrimont sont les suivants :

» Marsupiaux. — *Peratherium,* taille de *P. Blainvillei* Croiz.

» Pachydermes imparidigités. — *Tapirus helveticus* P. Meyer. — *Rhinoceros minutus* Cuv. — *Rhinoceros* du groupe *pleuroceros* Duv.

» Pachydermes paradigités. — *Cænotherium commune* Brav. (très abondant). — *Hyotherium Meissneri* V. Meyer. — *Ancodus* n. sp., différent des *Ancodus* de Ronzon par ses denticules des molaires bien moins enlevés, ses demi-croissants beaucoup moins comprimés en V, formant ainsi le passage vers le *Brachyodus* miocène.

» Ruminants. — *Dremotherium Feignouxi* Pomel.

» Rongeurs. — *Steneofiber viciacensis* Gerv. — *Theridomys parvulus* Schlosser. — *Titanomys visenoviensis* V. Meyer.

» Carnassiers. — *Lutrictis Valetoni* Pomel. — *Amphicyon* aff. *lemanensis* Pomel.

» Insectivores. — *Palæoerinaceus Edwarsi* Filhol.

» Chiroptères. — *Palæonycteris robustus* Pomel.

» Dents et plaques de Crocodiliens; débris de Tortues.

» Les recherches ultérieures augmenteront sans doute encore cette liste de quinze espèces de Mammifères aquitaniens. »

GÉOLOGIE. — *Sur un facies particulier du Sénonien de Tunisie.* Note de M. **Léon Pervinquière**, présentée par M. de Lapparent.

« Dans la Tunisie centrale, le Sénonien se présente soit sous le facies calcaire, soit sous le facies marneux. Ce dernier, généralement limité au Sénonien inférieur, peut parfois se continuer dans le Sénonien supérieur. Ainsi, près de la Koubba de Sidi-Abd-el-Kerim, les marnes et schistes argileux albiens à *Schlœnbachia inflata* sont surmontés par des marnes d'un gris bleu cendré un peu gypseuses et renfermant fréquemment des lames de calcite et de la barytine; celles-ci sont très pauvres en fossiles, sauf en un point où j'ai recueilli une faune particulièrement intéressante,

consistant en petites Ammonites ferrugineuses (fait très rare au Sénonien et qui n'avait pas encore été signalé dans l'Afrique du Nord), accompagnées de quelques petites Huîtres peu caractéristiques et de débris de Rudistes. Grâce aux bienveillants conseils de MM. Munier-Chalmas et Haug, je suis arrivé à assimiler la plupart de ces Ammonites à des espèces ou, du moins, à des genres connus. Ce sont :

» *Baculites Faujasi* Lamark. — *Lytoceras* (*Tetragonites*) *epigonum* Kossmat. — *Lytoceras* (*Gaudryceras*) *Kayei* Forbes. — *Lytoceras* (*Gaudryceras*) sp.? — *Lytoceras* (du groupe de *Lyt. quadrisulcatum*). — *Lytoceras* sp.? — *Puzosia* (du groupe de *P. planulata*). — *Puzosia* (voisine de *P. gaudama* Forbes). — *Puzosia* sp.? — *Hauericeras aff. Gardeni* Baily. — *Pachydiscus aff. Cricki* Kossmat. — *Phylloceras* appartenant à deux espèces différentes. Auxquels il faut ajouter deux genres nouveaux.

» Si maintenant nous classons les genres d'après le nombre d'échantillons qui les représentent, nous obtenons la liste suivante :

» *Pachydiscus*, 30. — *Lytoceras*, 21. — *Puzosia*, 11. — *Phylloceras*, 4. — *Hauericeras*, 4. — *Baculites*, 1.

» Cette énumération montre de suite le rôle important que jouent les *Phylloceras* et les *Lytoceras*: ceux-ci ne sont pas accidentels comme dans les dépôts d'Europe, mais forment une partie constituante de la faune, d'autant qu'ils sont nombreux aussi bien en espèces qu'en individus.

» La faune à laquelle ils appartiennent possède donc par le fait même un caractère méridional bien défini et diffère notablement de celle de l'Europe centrale.

» Pour lui trouver une analogue, il faut se reporter aux travaux qui ont été publiés par Forbes, Stoliczka et Kossmat sur la craie de l'Inde, mais alors la ressemblance est frappante. En effet, à part le *Baculites Faujasi*, toutes les espèces que j'ai pu identifier se retrouvent dans les couches de Pondichéry et de Trichinopoli (groupe d'Arriyaloor). On ne peut donc douter que les deux formations ne soient de même âge. De plus, la présence de *Baculites Faujasi* permet de les synchroniser avec des dépôts bien connus d'Europe et de les rapporter à l'*Aturien*.

» Au point de vue de la distribution des mers à l'époque crétacée, cette découverte, en Tunisie, de formes à affinités indiennes, présente une grande importance. En effet, dans plusieurs écrits récents, M. Kossmat (¹)

(¹) *Ueber die Bedeutung der Südindischen Kreideformation; Jahrb. K. K. Geol. Reichsanstalt*, et *Untersuchungen über die Südindische Kreideformation*.

s'est nettement prononcé contre l'hypothèse d'une communication directe entre l'Inde et les régions méditerranéennes à l'époque du Crétacé supérieur. Pour lui, tous les échanges de formes entre l'Inde et l'Atlantique se seraient faits au sud d'un grand continent indo-africain, par Madagascar, Natal, Angola, et de là quelques-unes se seraient répandues dans l'Europe centrale, puis dans la Méditerranée.

» Mais cette théorie paraît difficile à concilier avec certains faits connus. Ainsi les Échinidés crétacés de Tunisie, très notablement différents de ceux d'Europe, ont une grande ressemblance avec ceux de l'Inde méridionale, comme l'a constaté M. V. Gauthier. De plus, M. Blanckenhorn a recueilli en Syrie quelques Céphalopodes du groupe d'Ootatoor inconnus en Europe. Les relations avec l'Inde, déjà nettement accusées au Cénomanien, se poursuivent au Turonien, témoin cet *Olcostephanus superstes,* décrit dans l'Inde par M. Kossmat, signalé au Djebel-Guelb, près de Tébessa, par M. Peron, et retrouvé par moi en Tunisie, au Djebel-Mghilah. Enfin cette affinité de formes s'affirme encore au Sénonien supérieur, comme le montrent les fossiles cités plus haut.

» Les rapprochements qu'on peut faire entre les deux faunes sont donc très étroits; aussi semblerait-il étrange que ces Ammonites soient arrivées de l'Inde par le sud de l'Afrique, l'Atlantique et l'Europe, sans laisser de traces de leur passage, et qu'on en ait rencontré seulement des représentants isolés en de rares points du sud de l'Afrique et aucun en Europe.

» Les observations que j'ai faites en Tunisie m'amènent donc à conclure que, pendant toute l'époque supra-crétacée, une communication directe a existé entre l'Inde et la Tunisie. Quant à déterminer exactement par quelle voie se faisait cette communication, cela n'est pas encore possible et ne le deviendra que quand des recherches prolongées auront fourni des documents suffisants sur la géologie des divers pays qui séparent les deux régions citées. »

M. **Lémeray** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 27 septembre 1897, et inscrit sous le n° 5946.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note intitulée : « La fonction surexponentielle et l'hyperlogarithme donnés comme limites d'expressions naturelles directes ».

L'auteur adresse, en outre, une Note intitulée : « Sur les fonctions dérivant du quatrième algorithme naturel et sur l'itération ».

M. A. **Blondel** présente à l'Académie, par l'intermédiaire de M. *A. Cornu*, une série d'épreuves photographiques, obtenues au moyen de son oscillographe, représentant les courbes figuratives de l'intensité et de la force électromotrice d'un courant alternatif dans diverses conditions.

L'auteur attire particulièrement l'attention sur les systèmes de courbes relatives à l'arc électrique, dans les deux cas où la résistance du circuit est douée ou non de self-induction (1).

OPTIQUE. — *Sur le rayon vert*. Extrait d'une Lettre de M. L. **Libert** à M. A. Cornu.

« Le Havre, 11 novembre 1898.

» .... De mon lieu d'observation, situé sur le revers de la colline de Sainte-Adresse, je découvre la mer au sud et à l'ouest et l'embouchure de la Seine à l'est. Bien souvent j'aperçois le Soleil disparaissant dans la mer et bien des fois je constate que le dernier rayon qu'il lance est *du plus beau vert*, conformément à l'explication que vous avez donnée jadis.

» ... En outre, le spectacle est souvent accompagné de déformations du disque solaire, déformations des plus curieuses, imitant depuis la forme d'un ballon jusqu'à celle d'une ligne brisée. »

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

---

(1) L'auteur se propose de présenter très prochainement une Note détaillée, avec la reproduction des principaux clichés mis aujourd'hui sous les yeux de l'Académie.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 novembre 1898.

Éléments d'Analyse mathématique à l'usage des Ingénieurs et des Physiciens. Cours professé à l'École centrale des Arts et Manufactures, par M. Appell, Membre de l'Institut. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. gr. in-8°.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. Tome III. N° 4. Octobre 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

Étude sur les variations de longueur des mires de nivellement, d'après les expériences du colonel Goulier, par M. Ch. Lallemand, Membre du Bureau des Longitudes, etc. Paris, Imprimerie nationale, 1898; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

L'Agonie d'Israël, par Georges Vitoux. Paris, Chamuel, 1898; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Recueil de Mémoires et Observations sur l'Hygiène et la Médecine vétérinaires. militaires, publié par ordre du Ministère de la Guerre. 3e série, Tome XIX. Paris, Charles-Lavauzelle, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et *Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe.* Novembre 1898. Paris, impr. Ch. Bivort; 1 fasc. in-8°.

La Nature, Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : Henri de Parville. N° 1328; 12 novembre 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. gr. in-8°.

Proceeding and transactions of the royal Society of Canada. Second series. Volume III. Meeting of june 1897. London, John Durie and Son, 1897; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 novembre 1898.)

Note de M. *Henri Moissan*, Sur la préparation du lithium-ammonium, du calcium-ammonium et des amidures de lithium et de calcium :

Page 692, ligne 2, *au lieu de :*

4.	Théorie pour $(AzH^3)^4Ca$.
62,96	37,44
62,56	37,03

lisez :

4.	Théorie pour $(AzH^3)^4Ca$.
37,44	37,03
62,56	62,96

Note de M. *Leau*, Sur le cercle de convergence des séries :

Page 711, ligne 6 en remontant, et page 712, ligne 9, *au lieu de* fonction d'ordre apparent, *lisez* fonction entière d'ordre apparent.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 NOVEMBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur quelques relations entre les énergies lumineuses et les énergies chimiques, et sur les déplacements entre l'oxygène et les éléments halogènes;* par M. **Berthelot**.

« Voici quelques expériences de longue durée, entreprises dans le cours des recherches relatives aux actions photochimiques que j'ai publiées en détail dans le numéro de novembre 1898, aux *Annales de Chimie et de Physique* (p. 332). Entreprises le 14 juin, elles ont été terminées le 14 novembre. Il s'agit des réactions de l'oxygène sur l'iode et sur les hydracides, et des actions réciproques.

» I. *Iode et oxygène.* — 1. Soient les composés d'iode et d'oxygène et spécialement l'acide iodique anhydre I^2O^5, ou hydraté IO^3H. J'ai montré que cet acide est décomposé lentement en ses éléments, sous l'influence de la lumière solaire, à la température ordinaire, aussi bien que sous l'influence

de la chaleur à une température élevée (Mémoire ci-dessus, p. 340). Mais cette action n'est pas réversible, l'iode et l'oxygène ordinaire ne se combinant directement à aucune température.

» Il m'a paru utile de rechercher si la lumière solaire pouvait provoquer une réaction inverse avec l'oxygène ordinaire; comme le fait, d'ailleurs, l'électricité qui change cet oxygène en ozone, apte à oxyder l'iode.

» A cet effet, j'ai pris un tube de verre mince, bien sec; j'y ai introduit $0^{gr},0998$ d'iode pur, renfermé lui-même dans un très petit tube scellé à la lampe; j'ai étranglé le gros tube, je l'ai rempli d'oxygène sec, par déplacement, et je l'ai scellé à la lampe. Le volume de l'oxygène ainsi inclus s'élevait à 21^{cc}, d'après la mesure ultérieure de la capacité du tube. J'ai placé ce tube dans un endroit exposé au soleil, pendant cinq mois, du 14 juin au 14 novembre 1898; puis j'ai ouvert le tube sur l'eau.

» Le volume du gaz (ramené à la pression et à la température initiales) n'avait pas éprouvé de changement sensible. Le poids de l'iode demeuré libre, dosé par l'hyposulfite, a été trouvé égal à $0^{gr},100$, c'est-à-dire le même qu'à l'origine. Il ne s'était donc pas produit de combinaison : l'action décomposante de la lumière sur l'acide iodique n'est pas réversible.

» Cette observation prouve en même temps que l'influence de la lumière solaire sur l'oxygène ordinaire ne le change pas en ozone, du moins dans les conditions d'intensité de l'expérience précédente; car l'ozone oxyde immédiatement l'iode.

» 2. Une expérience semblable et parallèle a été exécutée avec l'iode et l'oxygène, en présence d'une petite quantité d'eau. On a employé $0^{gr},1024$ d'iode. A la fin, on a retrouvé $0^{gr},1016$ d'iode libre; poids qui ne diffère du poids initial que par une quantité comprise dans les limites d'erreur. Si elle est réelle, elle serait attribuable à la formation bien connue d'une trace d'alcali, par la réaction lente de l'eau sur le verre.

» 3. Une autre expérience, exécutée sur quelques centaines de centimètres cubes d'eau iodée, a indiqué également une dose d'oxygène absorbée inférieure à $\frac{1}{10}$ de milligramme, c'est-à-dire comprise dans les limites d'erreur.

» En résumé, dans les conditions connues, l'iode libre ne se combine pas à l'oxygène ordinaire libre et il ne décompose pas l'eau, ni sous l'influence de la chaleur, ni sous l'influence de la lumière. La dernière réaction entre l'iode et l'eau serait endothermique, même avec le concours de la formation d'un triiodure d'hydrogène; ce qui explique sa non-réalisation. La combinaison directe serait exothermique; mais elle exige, pour

être déterminée, un travail préliminaire, lequel ne se produit pas dans les conditions ordinaires. Au contraire, on sait que l'acide iodhydrique dissous absorbe lentement l'oxygène sous l'influence de la lumière, et j'ai vérifié de nouveau que cette absorption est totale à froid, même avec l'acide étendu de 4 parties d'eau.

» II. *Brome et oxygène.* — Le brome et l'oxygène ordinaire libre ne se combinent point, pas plus que le chlore et l'oxygène ordinaire. Cependant le chlore et même le brome décomposent à froid l'eau, avec dégagement d'oxygène (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XIX, p. 524); je l'ai vérifié de nouveau. La réaction du brome est à peu près nulle dans l'obscurité, mais sensible sous l'influence de la lumière solaire; quoique très faible, après tout, si on compare les masses chimiques relatives de l'eau et de l'acide bromhydrique qui demeurent en présence.

» La Thermochimie montre que la réaction résulte d'un équilibre déterminé par la formation du perbromure d'hydrogène, dont la chaleur de formation ($+43^{Cal},5$) surpasse celle de l'eau ($+34^{Cal},5$); mais ce perbromure étant dissocié, sa formation ne saurait dépasser la limite de sa stabilité, à la température ordinaire à laquelle on opère.

» Réciproquement, l'acide bromhydrique est décomposé par l'oxygène, réaction facile à haute température. Elle s'exerce même à froid sur l'hydracide à l'état de dissolution concentrée, sous l'influence de la lumière (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XIX, p. 523). La réaction avec l'acide étendu semble nulle de prime abord. Cependant j'ai observé avec un acide au cinquième, exposé à la lumière solaire pendant cinq mois, dans un tube scellé rempli d'oxygène, une trace d'altération, répondant à l'absorption de $0^{gr},0025$ d'oxygène par 30^{cc} de liqueur acide. On voit que la dose de brome mis en liberté dans ces conditions est minime.

» Quant à l'acide chlorhydrique, je ne reviendrai pas ici sur les conditions d'équilibre entre l'oxygène et le chlore, opposés vis-à-vis de l'hydrogène, ayant défini autrefois ces conditions [1]. Je rappellerai seulement qu'à la température ordinaire l'acide chlorhydrique concentré et pur n'est pas décomposé par l'oxygène : à moins que l'on n'y ajoute quelques traces d'un chlorure peroxydable, tel que ceux de manganèse ou même de fer; circonstance qui détermine un déplacement de chlore libre, produit par un enchaînement systématique de réactions [2].

---

[1] *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 500.

[2] *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XIX, p. 517.

» Telles sont les circonstances observées dans l'étude des combinaisons et déplacements réciproques entre l'oxygène et les corps halogènes. »

CHIMIE. — *L'atomicité du bore.* Note de M. **Edward Frankland.**

« Dans une Note du dernier numéro des *Comptes rendus* (p. 719), M. Copaux décrit un nouveau composé du bore, composé intéressant qu'il a obtenu de l'action de l'éthylate de sodium sur l'éthylate borique, auquel il assigne la formule

$$\underset{\underset{\displaystyle Na}{|}}{B} \equiv\!\equiv (OC^2H^5)^4,$$

et qu'il considère comme le premier exemple certain de la pentatomicité du bore.

» La découverte de ce corps me rappelle un certain nombre de composés semblables que j'ai obtenus, en 1876, avec le méthide borique (BMe^3) et son homologue, l'éthide borique (*Proceed. of the roy. Soc.*, t. XXV, p. 165). Pour ces deux composés, j'ai suggéré les formules de structure

$$\text{Ammoniaboricméthide : } H - \underset{\underset{\displaystyle H}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{N}} = \underset{\underset{\displaystyle Me}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle Me}{|}}{B}} - Me$$

$$\text{Diboricéthopentéthylate : } Et - O - \underset{\underset{\underset{\displaystyle Et}{|}}{\displaystyle O}}{\overset{\overset{\overset{\displaystyle Et}{|}}{\displaystyle O}}{B}} = \underset{\underset{\underset{\displaystyle Et}{|}}{\displaystyle O}}{\overset{\overset{\overset{\displaystyle Et}{|}}{\displaystyle O}}{B}} - Et$$

» Ils constatent la pentatomicité du bore et sa capacité de s'unir à lui-même comme le carbone. Ces deux composés ont un point d'ébullition fixe et distillent sans altération apparente. Néanmoins, les déterminations de leur densité de vapeur montrent qu'ils sont complètement dissociés dans l'état de vapeur; quoique leurs constituants se réunissent parfaitement par la condensation. Le méthide borique et le gaz ammoniac s'unissent avec une énergie qui rappelle celle de l'union de l'ammoniac et de l'acide chlorhydrique. Ce défaut dans la preuve de la pentatomicité du bore existe aussi pour l'azote, l'arsenic et l'antimoine, et il existait pour le

phosphore, jusqu'à la découverte par Thorpe du pentafluorure de phosphore.

» La formule de structure assignée par M. Copaux à son nouveau composé semble très peu probable, attendu qu'il est difficile de comprendre qu'un corps ainsi constitué puisse supporter l'attaque de l'iodure d'éthyle à 140°. Je suggérerai que la formule suivante serait plus probable

$$\underset{\text{Et}}{\text{Na}-\text{O}-\overset{|}{\text{B}}}\equiv(\text{O}\,\text{C}^2\text{H}^6)^3. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation des Léonides, faite en ballon pendant la nuit du 13 au 14 novembre courant;* par M. **J. Janssen**.

« L'observation de l'essaim des Léonides, contrariée à Paris par l'état du ciel, pendant la nuit du 13 au 14 de ce mois, et réalisée grâce à l'emploi d'un ballon, nous montre une application scientifique nouvelle et très intéressante de l'Aéronautique.

» A l'approche du moment où l'on devait surveiller l'apparition de l'essaim des Léonides, on se préoccupa, à la Société de navigation aérienne, et notamment M. de Fonvielle, d'assurer l'observation, dans tous les cas, par l'emploi d'un ballon, et l'on me demanda mon concours. Je le donnai d'une manière complète, estimant qu'il y avait là une voie très intéressante dans laquelle on devait entrer.

» Il fut décidé qu'un aérostat emportant des observateurs s'élèverait assez haut pour se trouver au-dessus de la couche des nuages, en cas de mauvais temps. M. Besançon voulut bien mettre à notre disposition un ballon de 1200^{mc} et MM. Dumuntet et Hansky, attaché actuellement à l'observatoire de Meudon, y prirent place; M. Cobalzar se chargea de la conduite de l'aérostat.

» La Commission permanente du Congrès aéronautique de 1889, dont je suis président, mit à la disposition de ces Messieurs, sur son reliquat, une somme suffisante pour couvrir les frais de l'ascension.

» Le départ eut lieu à l'usine de la Villette le 14, à 2^h du matin. Le ballon s'était à peine élevé de 150^m à 200^m que ces Messieurs jouissaient de la vue d'un ciel admirable; M. Hansky surveillait spécialement la constellation du Lion. Les autres observateurs s'occupaient du reste du ciel.

» De $2^h 45^m$ à $4^h 30^m$, M. Hansky enregistra 14 étoiles, dont 13 dans la région du radiant; les autres observateurs ont vu 10 à 12 Léonides et autant de Sporadiques.

» A l'aube, ces Messieurs atterrissaient dans une large forêt et la descente fut particulièrement difficile en raison du danger que les branches des arbres faisaient courir au ballon.

» On ne put songer à une nouvelle ascension pour la nuit suivante, en raison des pertes de gaz et de lest qui avaient dû être faites. On acheva donc de vider le ballon et on le rapporta.

» Quoique l'observation n'ait pu être aussi complète qu'on eût pu le désirer, cette ascension présente un haut intérêt, comme démonstration du parti qu'on pourra tirer, dans l'avenir, des ascensions aérostatiques pour les observations de la nature de celle-ci.

» Il faut remarquer en effet que, pour avoir l'histoire complète d'une apparition, celle-ci doit être suivie sans lacunes pendant tout le temps où elle doit se produire. Or si, parmi les stations appelées à prendre part successivement à l'observation du phénomène, l'état du ciel vient en mettre quelques-unes hors de cause, l'observation devient incomplète et les conclusions sur l'abondance et la distribution de l'essaim ne peuvent plus être certaines. Or on sait combien la connaissance de toutes les particularités de ces apparitions sont nécessaires pour pénétrer la nature, l'origine et les rapports de ces phénomènes avec ceux que nous présentent les comètes.

» Jusqu'ici nous n'avons pas de nouvelles des observations américaines, que nous savons avoir été préparées avec soin.

» Pour l'année prochaine, nous comptons organiser ces ascensions d'une manière beaucoup plus complète, afin d'assurer l'observation aérostatique pendant toute la période de la manifestation du phénomène.

» Nous serions heureux de voir les observatoires intéressés entrer dans cette voie toute nouvelle et fort intéressante. »

M. **Duclaux** présente à l'Académie le second Volume du « Traité de Microbiologie générale » dont il a publié le premier Volume l'an dernier.

Ce second Volume a pour objet l'étude des diastases, virus et venins.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Pomel*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Depéret obtient.	42 suffrages,
M. Gonnard.	4 »

M. **Depéret**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination de la latitude de l'Observatoire de Paris, par les méthodes de M.* Lœwy. Note de MM. **H. Renan**, **J. Perchot** et **W. Ébert**.

« La détermination de la latitude d'un lieu est l'une des mesures les plus importantes, mais en même temps les plus difficiles que l'on ait à faire dans l'Astronomie pratique. En dehors des erreurs accidentelles, inévitables dans toute méthode d'observation, mais dont on peut diminuer l'influence en augmentant le nombre des déterminations, un ensemble de causes physiques, dont on ne pouvait s'affranchir dans les anciennes méthodes, y introduisait un certain nombre d'erreurs systématiques, qui contribuaient à rendre peu précises les valeurs trouvées.

» Le procédé ordinairement employé, jusqu'à ces dernières années, consistait à observer dans un même jour les culminations supérieures et inférieures des étoiles circompolaires. Théoriquement la moyenne des hauteurs correspondant à chaque étoile donne la hauteur du pôle; mais les deux passages d'une étoile au méridien, ayant lieu à douze heures d'intervalle, doivent être observés l'un pendant le jour, l'autre pendant la nuit. Les mesures des hauteurs que l'on doit associer sont donc faites dans des conditions très différentes : d'abord les circompolaires que l'on peut choisir, devant être visibles en plein jour, doivent être prises dans les deux ou trois premières grandeurs, et il en résulte que leur éclat, quand il fait

nuit, diminue la précision des pointés. D'autre part, à douze heures d'intervalle, les conditions atmosphériques et par suite les réfractions, ainsi que l'état de l'instrument, ont considérablement changé, et ce sont là des causes inévitables d'importantes erreurs systématiques. Enfin, quelque zèle que l'on apporte dans l'application de cette méthode, on trouve en une année bien peu de jours où l'on puisse, dans des conditions favorables, observer deux passages consécutifs d'une même circompolaire au méridien.

» Pour obvier à ces inconvénients, on avait imaginé d'utiliser les observations effectuées seulement la nuit, en comparant des séries de culminations supérieures à des séries de culminations inférieures faites six mois après, ou inversement. Ce procédé a l'avantage de pouvoir augmenter le nombre des mesures; mais, s'il supprime une des causes d'erreurs systématiques que nous venons de signaler, il augmente plutôt les autres; et de plus il en introduit une autre provenant de l'incertitude des constantes de précession, de nutation et d'aberration, dont on est alors obligé de tenir compte.

» En 1885, M. Lœwy a publié dans les *Comptes rendus* trois Notes concernant des méthodes nouvelles qui ne présentent pas toutes ces difficultés. Le principe en est fort simple, et son exposition permet de concevoir immédiatement les avantages qui résultent de leur application. On observe une étoile très voisine du pôle dans deux positions à peu près symétriques par rapport au cercle horaire de 6^h ou 18^h : la moyenne des hauteurs donnerait directement la hauteur du pôle, si la symétrie était rigoureuse; dans la pratique, il ne peut évidemment en être ainsi, mais il suffit de connaître, pour chacune des deux positions de l'étoile, deux coordonnées que l'on mesure directement, pour en déduire, à l'aide d'une formule très simple, la distance polaire absolue du pôle instrumental, et de la position nadirale de la lunette on conclut immédiatement la latitude.

» Soit PSN le grand cercle suivant lequel le plan instrumental coupe la sphère céleste; désignons par P le pôle instrumental, c'est-à-dire le point où l'axe optique va percer la sphère, quand la lecture du cercle en distance polaire est nulle, et par Q le pôle réel; abaissons du point Q l'arc de grand cercle QC perpendiculaire sur PSN, posons $QC = n'$ et $PC = \lambda$.

» Si E est la position de l'étoile au moment de l'observation, abaissons de ce point l'arc EF perpendiculaire sur PSN, et soit ED l'intersection avec la sphère du plan mené par le centre de l'objectif et le fil horizontal du réticule, quand celui-ci pointe l'étoile. L'angle des deux arcs ED, EF est l'inclinaison du fil horizontal; nous l'appellerons I; l'arc ED est mesuré directement par le fil en ascension droite quand il est placé sur l'étoile; nous l'appellerons Δ'; et l'arc PD est la distance polaire instrumen-

tale P′ de l'étoile au moment de l'observation, mesurée par la position du fil horizontal et la lecture du cercle divisé. Nous regardons les arcs λ' et P' comme positifs, quand les points correspondants C et D sont plus rapprochés du sud que le point P; comme négatifs dans le cas contraire; et les distances angulaires n' et Δ' comme positives à l'ouest du plan instrumental et négatives à l'est. Enfin l'inclinaison I est positive quand la partie occidentale du fil en déclinaison est la plus rapprochée du pôle, lorsque la lunette est dans le plan de l'équateur, l'objectif au sud.

» Posons $DF = u$, $EF = v$; on a

$$\sin u = \sin\Delta' \sin I, \qquad \operatorname{tang} v = \operatorname{tang}\Delta' \cos I.$$

» Soit P la distance polaire vraie de l'étoile, c'est-à-dire l'arc QE; on a, dans le triangle CEF,

$$\cos CE = \cos(P' - \lambda - u)\cos v,$$
$$\sin v = \sin CE \sin ECD = \sin CE \cos QCE.$$

» Enfin, dans le triangle QCE, on trouve

$$\cos QE = \cos QC \cos CE + \sin QC \sin CE \cos QCE,$$
$$(1) \qquad \cos P = \cos(P' - \lambda - u)\cos v \cos n' + \sin v \sin n'.$$

» Dans un instrument méridien bien réglé, n' et I sont des arcs très petits; nous négligerons leurs carrés comme étant de l'ordre des erreurs d'observations; nous prendrons donc

$$\cos u = 1, \qquad \operatorname{tang} v = \operatorname{tang}\Delta', \qquad \text{ou} \qquad v = \Delta';$$

la formule (1) devient alors

$$\cos P = \cos\Delta' \cos(P' - \lambda) + \sin(P' - \lambda)\sin I \sin\Delta' \cos\Delta' + n' \sin\Delta'.$$

Développons $\sin\lambda$ et $\cos\lambda$ en séries, en ne gardant que la première puissance de ce très petit arc; il viendra

$$\cos P = \cos\Delta' \cos P' + \lambda \sin P' \cos\Delta' + \tfrac{1}{2}\sin I \sin 2\Delta' \sin P' + n' \sin\Delta'.$$

» Mais, pour les étoiles choisies, dont la distance polaire était au plus 1°, les valeurs de Δ' et P' sont petites; nous faisons pour elles comme pour les autres grandeurs du même ordre, et nous trouvons

$$\cos P = 1 - \frac{\Delta'^2}{2} - \frac{P'^2}{2} + \lambda P' + \sin I . \Delta' P' + n' \Delta'.$$

» Désignons par Δ'', P'', n'' les valeurs trouvées pour les arcs ED, PD, QC dans la seconde observation conjuguée de la première; nous aurons de même

$$\cos P = 1 - \frac{\Delta''^2}{2} - \frac{P''^2}{2} + \lambda P'' + \sin I . \Delta'' P'' + n'' \Delta'';$$

d'où, en égalant les deux valeurs de $\cos P$,

$$\lambda = \frac{P'' + P'}{2} + \frac{\Delta'' + \Delta'}{P'' - P'}\,\frac{\Delta'' - \Delta'}{2} - \sin I \frac{\Delta'' P'' - \Delta' P'}{P'' - P'} - \frac{n''\Delta'' - n'\Delta'}{P'' - P'}.$$

» En admettant que les observations de la même étoile aient été faites à peu près dans les conditions indiquées plus haut, c'est-à-dire à peu près symétriquement par rapport au cercle horaire de 6^h ou de 18^h, les deux derniers termes de la valeur de λ peuvent, sans aucune erreur appréciable, être un peu simplifiés, et nous prendrons

$$(2)\qquad \lambda = \frac{P'' + P'}{2} + \frac{\Delta'' + \Delta'}{P'' - P'}\,\frac{\Delta'' - \Delta'}{2} - \sin 1\,\frac{\Delta'' + \Delta'}{2} - \frac{\Delta'' + \Delta'}{P'' - P'}\,dn,$$

en posant

$$dn = n'' - n'.$$

Si donc φ désigne la latitude cherchée, et N la lecture correspondant à la position nadirale de la lunette, on aura

$$\varphi = 270^\circ - N + \lambda.$$

» Telle est la formule que nous voulions établir, et que nous avons employée pour le calcul de la latitude au moyen de nos observations. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **P. de Bazillac** adresse une Note relative à la structure de l'œil et à la théorie de la vision.

(Commissaires : MM. Cornu, Marey, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. *Henri Jumelle*, ayant pour titre : « Les plantes à caoutchouc et à gutta ». (Présenté par M. G. Bonnier.)

2° La première livraison d'un Ouvrage de MM. *H. Hildebrandsson* et *Léon Teisserenc de Bort*, intitulé : « Les bases de la Météorologie dynamique ». (Présenté par M. Mascart.)

Dans cet Ouvrage, les auteurs se sont proposé de présenter le résumé de nos connaissances positives sur les phénomènes dont l'atmosphère est le siège : vents généraux, cyclones, tempêtes de nos régions, etc., en remontant aux travaux originaux et indiquant, par des citations et des fac-similés de cartes, la part des divers savants dans les progrès accomplis.

Commençant aux travaux d'Halley sur les alizés, le premier fascicule conduit jusqu'à la période où Le Verrier, Fitz-Roy, Buys-Ballot ont organisé le service de la prévision du temps.

Les autres livraisons, sous presse, traiteront des mouvements des cyclones, des régimes des diverses saisons, des grands centres d'action de l'atmosphère, des orages, etc.

La lecture de cet Ouvrage semble donc devoir être particulièrement utile à ceux qui voudront, avant de poursuivre des recherches personnelles sur la Météorologie générale, embrasser d'un coup d'œil les faits acquis jusqu'à ce jour.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète DQ = (433), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de* $0^m,305$ *d'ouverture), par* M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoiles.	Planète. — Étoile. ΔƦ.	Planète. — Étoile. Δ℗.	Nombre de compar.
		m s	′ ″	
Novembre 10.......	*a* 5402 BD — 4	—0.17,34	+2.57,4	12:12
11.......	*b* 5411 BD — 4	—0.24,11	+4.24,4	12:12
17.......	*c* 5210 BD — 3	—0. 0,56	—2.33,6	12:12
18.......	*d* 5217 BD — 3	+0.19,10	—3. 5,5	12:12

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 10....	7.37.32	21.10.50,50	$\bar{1}$,243	— 4.11.54,8	0,845
11....	6.55. 7	21.12.17,78	$\bar{1}$,048	— 4. 6.22,3	0,857
17....	6.53.13	21.21.45,78	$\bar{1}$,119	— 3.29.12,7	0,842
18....	7.12. 9	21.23.26,09	$\bar{1}$,217	— 3.22.28,3	0,841

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Grandeur.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	9,3	21.11. 4,24	+3,60	— 4.15.22,2	+20,0	Rapportée à *e*.
b.......	9,3	21.12.38,30	+3,59	— 4.11. 6,7	+20,0	Rapportée à *e*.
c.......	9,4	21.21.42,79	+3,55	— 3.26.59,8	+20,7	Rapportée à *f*.
d.......	7,3	21.23. 3,45	+3,54	— 3.19.43,7	+20,9	3 obs. mérid. Paris.
e.......	7,8	21.13. 7,02	»	— 4. 6.31,3	»	3 obs. mérid. Paris.
f.......	8,3	21.21.11,54	»	— 3.25.36,5	»	2 obs. mérid. Paris.

On a obtenu, avec l'équatorial :

	ΔR.	ΔD.	Comparaisons.
	m s	′ ″	
⋆ *a* — ⋆ *e*........	−2. 2,78	− 8.40,9	9.10
⋆ *b* — ⋆ *e*........	−0.28,72	− 4.35,4	9.10
⋆ *c* — ⋆ *f*.......	+0.31,25	− 1.23,3	3. 3

Remarque. — 1898, novembre 17 : grandeur de la planète, 13,1 — 13,2.

ASTRONOMIE. — *Éléments de la planète DQ* = (433), calculés par M. G. **Fayet**. Communiqués par M. Lœwy.

« J'ai utilisé pour ce calcul les lieux normaux suivants :

Lieux normaux.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite géocentrique. 1898,0.	Déclinaison géocentrique. 1898,0.	Nombre d'observations.
		h m s	° ′ ″	
I....	1898, août 16,5	21.22.41,61	− 6.22.25,2	7
II....	sept. 17,5	20.39. 0,76	− 6.21.37,6	6
III....	oct. 22,393461	20.47.21,24	− 5.34.51,6	2

ce qui a conduit au système d'éléments :

T = 1898, août 16,5 ; temps moyen de Paris.

$M = 213°\ 1'.42'',4$
$\pi = 121.16.27,3$
$\Omega = 303.30.19,8$ } équinoxe moyen de 1898,0.
$i = 10.49.36,7$
$\varphi = 12.51.53,9$
$\log a = 0,1636612$
$\mu = 2016'',11$

L'éphéméride déduite de ces éléments a été comparée aux observations récentes faites par M. Bigourdan et l'on a obtenu les écarts suivants :

Dates. 1898.	Observation. — Calcul. R.	Observation. — Calcul. D.
	s	″
Novembre 10...........	−0,29	+5,1
11...........	−0,36	+5,9
17...........	−0,11	+8,2
18...........	−0,27	+6,6

ASTRONOMIE. — *Observations des Léonides, faites le* 14 *novembre* 1898 *à l'observatoire de Lyon.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« La seule soirée où l'état du Ciel nous ait permis ces observations est celle du 14 au 15; deux observateurs, M. Luizet pendant la première partie de la nuit, et M. Guillaume pendant la seconde, y ont pris part. Voici le résumé de leurs résultats :

» *Observateur : M. Luizet.* — De 8^h à $12^h 15^m$, on a observé 34 étoiles filantes, soit une moyenne de 8 par heure. Sur ces 34 étoiles, 22 se rapportent à l'essaim des Léonides, et, dans les 12 autres, la plupart sont des Géminides ou des Perséides.

» Leur répartition dans le cours de la soirée n'a d'ailleurs pas été régulière : elles ont été plus fréquentes à partir du moment ($10^h 30^m$) où la constellation du Lion est arrivée au-dessus de l'horizon, et, sur les 22 Léonides, 19 ont été vues entre $10^h 30^m$ et $12^h 16^m$.

» Ainsi :

De	8 h m	à	8.30 h m	vu	2	étoiles dont	2	Léonides
	8.30		9		2		0	
	9		9.30		3		1	
	9.30		10		2		0	
	10		10.30		2		0	
	10.30		11		5		5	
	11		11.30		6		4	
De	11.30	à	12.16	vu	12	étoiles dont	10	Léonides
	Total..........				34	étoiles dont	22	Léonides.

» On a noté les points d'apparition et de disparition de 27 de ces étoiles; ils sont donnés dans le Tableau suivant :

	Apparition.		Disparition.			
Heure.	Æ.	D.	Æ.	D.	Grandeur.	Remarques.
h m	h m	o	h m	o		
8.11	21. 0	— 4	20. 0	— 5	1	Lente, longue, traînée.
8.27	19.50	+16	19.40	+16?	5	Courte, dans le voisinage de δ Flèche.
9. 5	0. 0	— 5	23. 0	— 5	4	
9.10	0. 0	+ 8	23. 0	+ 7	5	Rapide.
9.42	3.15	+60	3.15	+70	5	
9.45	2.30	+50	2.15	+65	4.5	Courte.
10.15	2.20	+40	2.10	+70	4	Rapide.

Heure.	Apparition. Æ.	D.	Disparition. Æ.	D.	Grandeur.	Remarques.
h m	h m	°	h m	°		
10.30	5.30	+47	7. 0	+46	1	Légère traînée.
10.45	9.20	+23	7.50	+26	2	Lente, traînée, jaune.
10.52	11.10	+60	12. 0	+68	5	Courte, traînée.
10.56	7. 0	+47	5.30	+49	5	Rapide, traînée.
10.58	7. 0	+18	6. 0	+ 8	4	Rapide, traînée, orangé.
11. 6	5.50	+35	3.50	+37	3	Rapide, très longue, traînée persistante, jaune.
11. 8	5.10	+60	5. 0	+80	5	
11.17	5.40	+22	3.50	+ 7	4.5	Longue, lente.
11.20	6.20	+14	5. 0	+ 7	5	Rapide, longue, faible traînée.
11.24	7.20	+17	6.30	+14	5	Rapide, courte.
11.38	7.20	+ 6	5.40	—10	1	Rapide, traînée persistante, jaune orangé.
11.45	7. 0	+19	6.15	+16	3	Traînée.
11.50	5. 0	+33	3.40	+27	4	Longue, traînée, rapide.
11.56	6.40	+12	7. 0	+ 4	»	Courte, rapide.
11.57	5. 0	+35	3.30	+28	2	Longue, rapide, traînée.
11.58	7. 0	—15	6. 0	—20	2	Traînée, orangé.
11.58	8. 0	+19	7. 0	+ 7	2	»
12. 6	8.45	+14	8.10	+ 5	3	Traînée.
12. 9	5.15	+28	3.45	+28	1	Traînée persistante, jaune orangé.
12.16	7.35	+15	7. 0	+28	5	Courte.

» *Observateur : M. Guillaume.* — Le nombre des apparitions devenant plus fréquent, M. Guillaume s'est bientôt borné à un dénombrement; il est le suivant :

De	13^h.40 à	14^h. 0 (t. m. P.)	4	étoiles en 20 minutes,	
	14. 0	14.15	5	15	
	14.15	14.30	14	15	
	14.30	14.45	14	15	
	14.45	15. 0	11	15 (1)	
	15.10	15.15	4	5	
	15.15	15.30	14	15	
	15.30	15.45	9	15	
	15.45	16. 0	15	15	
	16. 0	16.15	20	15	
	16.15	16.30	10	15	
	16.30	16.45	11	15	
De	16.45 à	16.50 (t. m. P.)	3	étoiles en 5 minutes.	

(1) A 14^{h}58^m,4, éclat de lumière derrière moi au nord ou nord-ouest, probablement un bolide.

» Soit un total de 134 étoiles en trois heures d'observation, ou bien encore un nombre proportionnel de 45 à l'heure. Mais ce chiffre ne doit guère représenter que les $\frac{2}{5}$ du nombre réel, car les étoiles se montraient jusque très loin du radiant, et c'est assurément à cause de son élévation moins grande et aussi probablement à cause de la brume basse que l'on n'a vu que 9 étoiles dans les trente-cinq premières minutes.

» Leur éclat moyen était de 3e à 4e grandeur, elles étaient plutôt rapides, et leur couleur jaune orangé ; presque toutes laissaient une trainée; celles sans trainée appartenaient sans doute pour la plupart à d'autres essaims, car elles étaient plutôt bleuâtres; parmi celles-ci on a vu trois Géminides.

» L'année dernière, à la date du 15, M. Guillaume avait constaté un nombre horaire proportionnel de $5\frac{1}{2}$, les étoiles se montraient alors beaucoup plus près du radiant et leur éclat moyen était environ de 5e grandeur ; mais la Lune, âgée de vingt et un jours, était voisine et gênait énormément.

» Il résulte d'ailleurs de l'ensemble des trajectoires notées que le centre d'émanation était vers $\text{Æ} = 155°$, $D = +18°$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes différentiels dont l'intégration se ramène à celle d'équations différentielles totales.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« I. Je commencerai par rappeler, pour l'intelligence de ce qui va suivre, une partie des résultats auxquels je suis parvenu dans mes travaux antérieurs.

» Considérons un système différentiel résolu par rapport à certaines dérivées qui ne figurent, non plus que leurs propres dérivées, dans aucun des seconds membres ; à chacune des variables indépendantes ou fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées, faisons correspondre p entiers positifs, nuls ou négatifs, que nous nommerons respectivement *cote première, cote seconde*, ..., *cote* $p^{\text{ième}}$ de cette quantité, les entiers dont il s'agit étant assujettis à la seule restriction *que les cotes premières de toutes les variables indépendantes soient supérieures à zéro et égales entre elles;* considérant enfin une dérivée quelconque de l'une des fonctions inconnues, nommons *cote* $q^{\text{ième}}$ $(q = 1, 2, \ldots, p)$ de la dérivée en question l'entier obtenu en ajoutant à la cote $q^{\text{ième}}$ de la fonction inconnue les cotes $q^{\text{ièmes}}$ de toutes les variables de différentiation, distinctes ou non. Cela posé, nous dirons que le sys-

tème différentiel donné est *orthonome*, si, moyennant un choix convenable du nombre p et des cotes attribuées aux variables et aux inconnues, chacune des équations dont il se compose satisfait à la double condition suivante : en désignant par $c_1, c_2, \ldots, c_p$ les cotes du premier membre, par $c'_1, c'_2, \ldots, c'_p$ les cotes d'une dérivée qui figure *effectivement* dans le second, et par $c''_1, c''_2, \ldots, c''_p$ celles d'une fonction inconnue qui y figure aussi *effectivement*, 1° les différences $c_1 - c'_1, c_2 - c'_2, \ldots, c_p - c'_p$ ne sont pas toutes nulles, et la première d'entre elles qui ne s'évanouit pas est positive; 2° la même chose a lieu pour les différences $c_1 - c''_1, c_2 - c''_2, \ldots, c_p - c''_p$.

» Si l'on considère un système orthonome où les conditions de *passivité* soient identiquement satisfaites, et si l'on se donne arbitrairement les *déterminations initiales* (convergentes) d'un groupe d'intégrales hypothétiques du système, les portions restantes des développements de ces intégrales peuvent être construites, *a priori*, sans incompatibilité, et sont, de plus, nécessairement convergentes, ce qui assure l'existence effective des intégrales. On peut d'ailleurs, par un calcul très simple, fixer l'économie des fonctions (ou constantes), *en nombre fini*, dont la connaissance équivaut à celle des déterminations initiales.

» Enfin, de simples résolutions d'équations, combinées avec des différentiations, permettent de ramener un système différentiel quelconque à la forme orthonome passive.

» II. Voici maintenant la proposition qui constitue l'objet direct de la présente Note.

» *Un système orthonome passif étant donné, si l'ensemble des éléments arbitraires, dont la connaissance équivaut à celle des déterminations initiales de ses intégrales, ne renferme, avec un nombre quelconque de constantes, qu'une seule fonction d'un nombre quelconque de variables, la recherche, dans le système proposé, d'intégrales ordinaires satisfaisant à des conditions initiales données, se ramène à l'intégration de systèmes passifs d'équations différentielles totales du premier ordre* (il va sans dire que, dans cet énoncé, on assimile à une constante arbitraire toute fonction arbitraire des diverses variables qui ne figureraient dans le système donné qu'à titre de simples paramètres).

» L'exposition détaillée de ce résultat fera l'objet d'un Mémoire que je compte publier prochainement. »

PHYSIQUE. — *Expérience reproduisant les propriétés des aimants au moyen de combinaisons tourbillonnaires, au sein de l'air ou de l'eau* (1). Note de M. **Ch. Weyher**, présentée par M. A. Cornu.

« Les barreaux représentant les aimants sont des axes en bois, sur lesquels sont collées, sur toute leur longueur, quelques palettes en fort papier.

» Si l'on fait tourner un semblable barreau, il constitue une pompe centrifuge prenant l'air (2) par ses deux extrémités et l'expulsant par la partie médiane. La rotation du barreau engendre donc deux tourbillons aériens dont les veines tournent dans un même sens tout le long du barreau mais possèdent un mouvement de sens opposé, si on les considère suivant la direction de l'axe (3); les veines aériennes forment une vis de pas à droite dans l'une des moitiés de la longueur du barreau et une vis à gauche dans l'autre moitié.

» Deux barreaux sont, en rotation, suspendus chacun à une transmission verticale au moyen d'un genou de Cardan, ce qui leur permet de s'incliner comme deux pendules tout en tournant sur leurs propres axes. Lorsque les pôles de noms contraires se trouvent en présence, c'est-à-dire quand les barreaux tournent en sens inverse l'un de l'autre, ces barreaux s'attirent; les deux pendules convergent, tandis qu'ils divergent quand l'on croise l'un des cordons de commande, c'est-à-dire quand l'on met les N en face des N et les S en face des S. Si l'on remonte maintenant l'un des tourniquets sur son axe, c'est-à-dire si l'on amène le S du bas de l'un contre le N

---

(1) Il convient de rappeler qu'à l'Exposition d'Électricité tenue à Paris en 1881, M. le professeur Bjœrknes, de Christiania, a présenté de très intéressantes expériences sur l'action réciproque des corps en mouvement périodique dans l'eau.

Il a réalisé des actions analogues aux actions électriques, soit magnétiques, mais avec cette différence essentielle que ce sont les mouvements de même sens qui donnent l'attraction, et les mouvements de sens contraire la répulsion.

(2) Ces appareils produisent les mêmes effets aussi bien dans l'eau que dans l'air : en raison de la masse du milieu dynamique, ils n'exigent pas dans l'eau une vitesse de rotation aussi grande.

(3) Deux cylindres en carton sont marqués à l'une de leurs extrémités par la lettre N et à l'autre extrémité par la lettre S, afin d'indiquer les pôles, et à côté de chaque lettre se trouve une flèche. Ces cylindres permettent de montrer, avant chaque expérience, le sens des mouvements tourbillonnaires et ceux des courants axiaux.

du haut de l'autre tourniquet, tout en conservant les mêmes sens de rotation, on constate que les barreaux, qui venaient de se repousser, s'attirent à présent.

» L'un des barreaux peut être placé perpendiculairement à l'extrémité de l'autre; on constate toujours l'attraction quand N est en présence de S et la répulsion quand N et N ou S et S se trouvent en regard.

» Le corps que nous présentons (en manière d'armature) à ce barreau est un autre moulinet pouvant tourner sur une broche fixe sur laquelle il peut aussi se déplacer longitudinalement. En empêchant d'abord ce moulinet de tourner, sans l'empêcher de glisser longitudinalement sur sa broche, nous constatons qu'aucune attraction ne se fait sentir entre les deux pièces en présence. En ce cas le moulinet-armature peut être comparé à ce que sont, pour l'aimant véritable, les autres corps que le fer.

» Au contraire, aussitôt qu'on laisse au moulinet sa liberté de tourner, il devient un corps semblable au barreau et il se manifeste une attraction énergique qui le fait monter contre le barreau. Celui-ci peut porter deux ou trois moulinets enfilés sur la même broche et qui représentent alors le chapelet de clous que l'on peut suspendre bout à bout à un aimant véritable, chaque clou devenant un nouvel aimant pour le suivant.

» Un moulinet-armature placé perpendiculairement à un barreau tournant est attiré aux deux extrémités de ce barreau tandis que, au milieu, dans la zone neutre, il ne se manifeste *ni attraction ni répulsion*. Le moulinet, qui est mis en rotation par le tourbillon aérien, tourne dans un sens quand on le présente à l'une des extrémités du barreau et en sens contraire quand on le présente à l'autre extrémité, tandis qu'au milieu aucune rotation n'est possible puisqu'il est sollicité à tourner dans les deux sens. Cette circonstance, en se reportant à l'expérience précédente, explique bien pourquoi, dans cette zone neutre, il n'y a ni attraction ni répulsion.

» Un barreau, tournant horizontalement au-dessus d'une feuille de carton, dessine sur celle-ci l'image du spectre magnétique au moyen de sciure de bois que l'on fait tomber au travers d'un tamis.

» Tous ces effets s'expliquent d'une façon extrêmement simple quand on examine les courants d'air, lesquels, suivant les sens de rotation, se dirigent tantôt les uns vers les autres en se barrant mutuellement la route, ou tantôt s'écoulent dans un même sens, en déblayant cette route. Dans le premier cas il y a obstruction, c'est-à-dire augmentation de pression entre les barreaux, ce qui oblige ceux-ci à s'écarter; dans le deuxième

cas il y a raréfaction entre les barreaux qui sont alors forcés de se rapprocher.

» Un barreau-tourniquet est coupé en deux ou plusieurs morceaux : chaque fragment redevient aussitôt un aimant complet avec ses deux pôles.

» On pourrait dire que, dans un aimant véritable, la matière reste immobile et surtout ne tourne pas. Nous répondrons que nous avons fait tourner nos barreaux pour rendre les effets plus énergiques et simplifier la construction. En tous cas l'objection sera levée par l'expérience suivante : Deux barreaux en papier ajouré sont suspendus en face l'un de l'autre par des tiges rigides à la façon de deux pendules. Bien entendu ils ne tournent pas mais peuvent seulement se rapprocher ou s'écarter bout à bout. Deux tambours d'un diamètre beaucoup plus grand les enveloppent et déterminent par leur rotation des tourbillons extérieurs dont les veines pénètrent le papier ajouré des barreaux. Suivant que les tambours tournent dans un même sens ou en sens inverse l'un de l'autre, on voit les barreaux venir au contact l'un de l'autre ou se repousser mutuellement.

» *Remarque.* — Une sphère tournante, comme celle de mes premières expériences, constitue un pseudo-aimant identique aux barreaux des expériences précédentes; elle présente un pôle N et un pôle S ; par conséquent, si l'on promenait autour d'une semblable sphère un tourniquet en rotation et monté sur un pivot à la manière d'une boussole, ce tourniquet indiquerait en tous lieux la direction NS de la sphère puisque son pôle N est attiré par le pôle S de la sphère et réciproquement. »

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Sur les machines d'induction employées comme génératrices ou réceptrices de courants alternatifs simples ou polyphasés.* Note de M. **Maurice Leblanc**, présentée par M. A. Potier.

« Nous avons démontré, en 1890, que, si l'on désignait par $2n$ le nombre des pôles d'une machine d'induction, par ω sa vitesse de rotation et par α la fréquence de la différence de potentiels maintenue entre les conducteurs du réseau sur lequel sont branchés ses circuits inducteurs, la machine fonctionnait comme moteur tant que l'on avait $\omega < \frac{\alpha}{n}$, mais que, pour rendre $\omega > \frac{\alpha}{n}$, il fallait dépenser du travail et qu'alors la machine fournissait de l'énergie au réseau, au lieu de lui en prendre.

» Nous avons eu, depuis, l'occasion de vérifier ce phénomène de la manière suivante. Ayant couplé une machine d'induction et un alternateur que conduisaient séparément deux turbines, nous avons pu supprimer à volonté l'arrivée de l'eau dans l'une ou l'autre des turbines sans qu'aucune d'elles ne s'arrêtât. On constatait seulement que la machine asynchrone tournait plus vite que l'alternateur lorsqu'elle servait de génératrice et réciproquement.

» Nous avons appliqué, en 1892, cette propriété des machines d'induction, pour assurer la stabilité de la marche asynchrone des alternateurs accouplés. Pour cela, nous avons disposé dans les épanouissements polaires des alternateurs, aussi près que possible de l'entrefer, un écran magnétique conducteur formé de barres de cuivre parallèles à l'axe de la machine et dont toutes les extrémités étaient réunies.

» Une machine ainsi constituée peut être considérée comme formée par la réunion, sur un même arbre, d'un alternateur et d'une machine d'induction, l'armature de l'alternateur servant d'inducteur à la machine d'induction. Si la vitesse ω devient supérieure à $\frac{\alpha}{n}$, immédiatement, la machine d'induction fait l'office de frein; au contraire, si la vitesse ω devient inférieure à $\frac{\alpha}{n}$, la machine d'induction développe un couple moteur.

» Un grand nombre d'applications de ce procédé ont été faites, toujours avec succès, sur des alternateurs dont la puissance s'est élevée jusqu'à 600 kilowatts, comme ceux construits par la maison Farcot pour le secteur des Champs-Élysées, à Paris. Il a été constaté, en particulier, sur des alternateurs de 250 kilowatts à la vitesse de 67 tours, également construits par la maison Farcot pour l'usine électrique de Saint-Ouen, qu'il devenait possible d'accoupler deux de ces alternateurs, alors que les manivelles de leurs machines à vapeur se trouvaient à angle droit. On obtenait ainsi la même régularité de marche que si les machines à vapeur eussent été jumelées.

» Si ce procédé assure la sécurité du fonctionnement d'alternateurs accouplés en parallèle, il n'en nécessite pas moins la synchronisation préalable, par des procédés purement mécaniques, de tout alternateur que l'on veut brancher sur un réseau de distribution. Il y aurait donc intérêt à pouvoir employer comme génératrices, non plus des alternateurs, mais des machines d'induction susceptibles de s'accoupler entre elles sans être assujetties à tourner synchroniquement et dont la mise sur réseau pourrait se faire aussi simplement que celle des machines à courant continu. D'autre part, ces machines pourraient s'associer en série, comme en parallèle : leur emploi permettrait de résoudre industriellement le problème de la distribution d'énergie au moyen d'un courant alternatif simple, d'intensité constante, circulant dans un circuit en forme de boucle.

» Pour que des machines d'induction puissent être utilisées comme génératrices, il faut qu'étant adjointes à un alternateur à voltage constant ou à intensité constante, elles soient capables de concourir avec lui, non

seulement à la production des courants ou forces électromotrices wattés, mais aussi à celle des courants ou forces électromotrices déwattés, demandés par le service du réseau. Or une machine d'induction, à circuits induits fermés sur eux-mêmes, ne peut produire que des courants ou forces électromotrices wattés : elle absorbe, au contraire, des courants déwattés ou développe des forces contre-électromotrices déwattées.

» Il faudrait aussi pouvoir leur donner des entrefers aussi grands qu'aux alternateurs, sans que les fuites magnétiques diminuassent la grandeur maximum du couple électro-magnétique d'une machine de dimensions déterminées.

» La théorie démontre que, pour obtenir ces résultats, il suffit de diminuer artificiellement le coefficient de self-induction des circuits induits des machines d'induction.

» On peut y arriver en fermant ces circuits induits sur des condensateurs électrolytiques. La fréquence des courants alternatifs qui les traversent étant celle dite *du glissement*, toujours très faible et pratiquement comprise entre 1 et 2, nous avons constaté que, pour avoir une différence de potentiels efficace de 1 volt entre les bornes de chaque élément, il suffisait de donner à la densité du courant, à travers l'électrolyte, une valeur égale à celle des courants normaux de décharge des accumulateurs. Dans ces conditions, ces appareils ont un bon rendement. La faiblesse de la fréquence rendant très petit le travail apparent qu'ils doivent fournir, l'importance relative de la batterie de condensateurs qui doit accompagner une machine d'induction est elle-même très petite.

» On peut y arriver aussi en adaptant à une machine d'induction l'excitatrice que nous allons décrire.

» La *fig.* 1 représente une dynamo dont l'armature AA est constituée par un anneau Paccinotti muni de son collecteur CC, sur lequel s'appuient deux balais diamétralement opposés $\alpha\beta$. La ligne xy est un diamètre passant par les points de contact des balais.

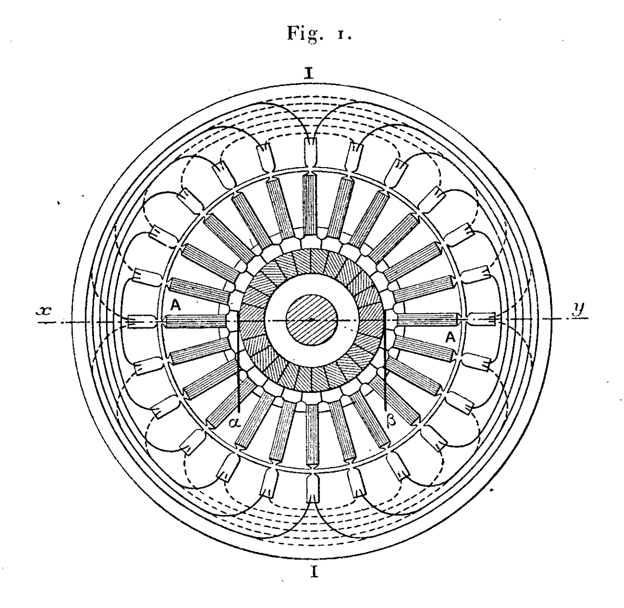
» L'inducteur II est constitué par un deuxième anneau Paccinotti à denture interne, concentrique au premier. Il est muni de deux enroulements représentés schématiquement sur la *fig.* 1, le premier par des traits continus, le second par des traits interrompus. Un courant lancé dans le premier enroulement développera un flux dirigé suivant la ligne xy. Un courant lancé dans le second enroulement développera un flux dont la direction sera perpendiculaire à la direction xy. L'excitatrice se composera de deux machines semblables montées sur un même axe (voir *fig.* 2) et qu'une poulie permettra de faire tourner aussi vite que l'on voudra.

» La machine d'induction devra avoir deux circuits induits. Ils seront reliés avec ceux de l'excitatrice, comme il est représenté sur la *fig.* 3.

» Désignons par $i_1 = a \sin 2\pi\alpha t$ et $i_2 = a \cos 2\pi\alpha t$ les intensités des courants issus des circuits S et C. Le courant d'intensité i_1, en traversant le circuit J, développera

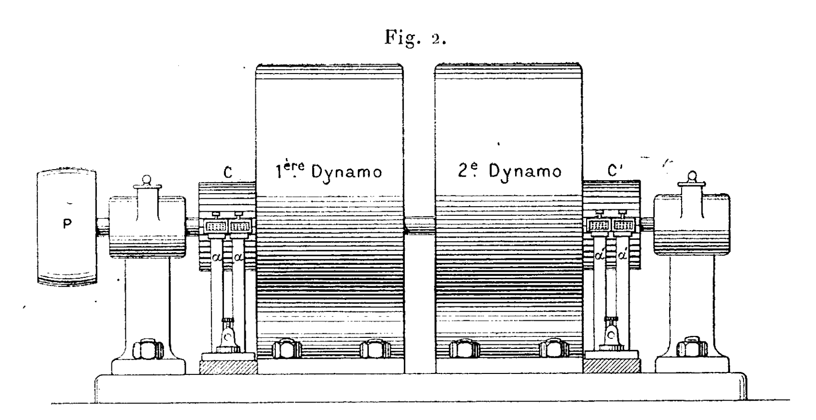
une force magnétisante qui devra être égale et de signe contraire à celle qu'il développera en traversant l'armature A. Les choses se passeront comme si le coefficient de self-induction apparent de cette armature était nul. Mais le circuit I était traversé par

Fig. 1.



le courant d'intensité $i_2 = a \cos 2\pi\alpha t$, la force électromotrice produite par la rotation de l'armature A sera égale, en désignant par K un coefficient dépendant de sa vitesse et de ses dimensions à $\mathrm{K}a \cos 2\pi\alpha t$. On peut disposer, à volonté, de la grandeur et du signe de ce coefficient, et, par suite, faire en sorte que cette force électromo-

Fig. 2.



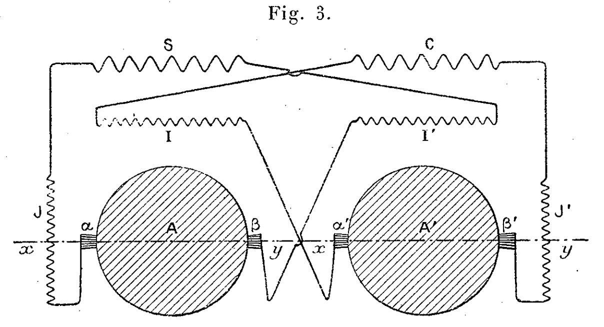
trice soit en avance d'un quart de période par rapport à l'intensité i_1, comme si elle était développée par l'action d'un condensateur.

» L'influence des variations de flux sur la commutation sera très petite, à cause de

la faiblesse de leur fréquence. Il suffira de diviser beaucoup le collecteur et de relier ses touches aux diverses sections de l'anneau par des fils de connexion résistants, pour n'avoir à redouter la production d'aucune étincelle aux balais.

» Le travail apparent qu'aura à fournir cette excitatrice étant rendu très petit par

Fig. 3.



S et C,	Circuits induits de la machine d'induction.
A et A',	Les deux armatures de l'excitatrice.
αβ et α'β',	Leurs balais.
J et J',	Les circuits inducteurs des dynamos de l'excitatrice, développant des flux dirigés suivant les lignes xy.
I et I',	Les circuits inducteurs de ces dynamos, développant des flux dirigés suivant des directions perpendiculaires aux lignes xy.

la faiblesse de la fréquence des courants induits, ses dimensions relatives par rapport à celles de la machine d'induction qu'elle accompagnera seront les dimensions d'une excitatrice ordinaire par rapport à celles de l'alternateur qu'elle excite.

» *Emploi des machines d'induction comme réceptrices.* — Les mêmes procédés s'appliquent et permettent de réaliser des moteurs asynchrones ayant d'aussi grands entrefers que les moteurs synchrones et, comme eux, un $\cos\varphi$ aussi voisin que l'on veut de l'unité ou négatif.

» A Bourganeuf, nous avons fermé sur des bacs électrolytiques les circuits induits d'un moteur asynchrone à courants triphasés, à basse tension de 120^{chx}. L'introduction des bacs a permis de faire tomber de 1100 à 800 ampères l'intensité dans chacun des courants inducteurs, toutes choses égales d'ailleurs. Le $\cos\varphi$ du moteur était alors pratiquement égal à 1. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Caractérisation du sucre de l'urine des diabétiques.* Note de M. **Le Goff**, présentée par M. Armand Gautier.

« De nombreux auteurs ont étudié le sucre de l'urine diabétique et ont cru pouvoir l'identifier avec le glucose d; cependant, tout récemment

encore, certains médecins lui ont attribué des propriétés toutes particulières et n'ont pas voulu complètement admettre cette identité (*Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris*, n° 6; 1898). Aussi nous a-t-il paru intéressant de reprendre cette question. Nous étions poussé dans cette étude par le désir à la fois de savoir à quel isomère du glucose il fallait rapporter le sucre des urines, et aussi de rechercher le rôle que peut jouer ce sucre dans la production des réactions colorées des globules rouges du sang des diabétiques. Nous avons en effet montré que les hématies des diabétiques se colorent par les couleurs d'aniline basiques, tandis que celles du sang normal se colorent par les couleurs acides.

» Nous avons d'abord extrait des urines diabétiques le glucose pur. La méthode classique consiste à précipiter les sels et les matières colorantes de l'urine par le sous-acétate de plomb, à éliminer l'excès de plomb par H^2S, à concentrer dans le vide jusqu'à consistance sirupeuse, à reprendre et à faire cristalliser dans l'alcool. Ce procédé ne nous paraît pas à l'abri de toute critique. Voici donc celui que nous avons employé :

» Quatre litres d'urine de M. G., diabétique acromégalique du service du Dr P. Marie à l'Hospice de Bicêtre, sont filtrés, puis évaporés dans le vide jusqu'à consistance sirupeuse. Le sirop abandonné dans un lieu frais se prend en masse cristalline au bout d'une quinzaine de jours. Les cristaux sont broyés et lavés à l'alcool à 90° froid qui enlève l'urée, les principes colorants et extractifs et la plus grande partie des chlorures. Ils sont ensuite dissous dans l'alcool à 95° bouillant; la solution filtrée sur du noir animal exempt de chlorures et de phosphates est soumise à la cristallisation dans le vide. Le glucose se dépose le premier lentement en cristaux fins et brillants; on enlève les eaux-mères et l'on redissout dans l'alcool à 95° les cristaux formés. En répétant plusieurs fois cette opération, on obtient du glucose chimiquement pur.

» Si, au lieu d'enlever le liquide qui baigne les cristaux ci-dessus, on laisse évaporer à sec, on obtient en même temps des cristaux de glucose-chlorure de sodium; ceux-ci sont trapus, volumineux et se distinguent nettement des cristaux de glucose dont on les sépare en les enlevant au moyen d'une pince. Ce procédé nous a donné des résultats moins satisfaisants que le précédent.

» Les cristaux que nous avons obtenus ont pour formule $C^6H^{12}O^6 + H^2O$, après évaporation à l'air de tout l'alcool; examinés au microscope, ils affectent la forme de prismes dont la base serait rectangulaire. Ils fondent un peu au-dessous de 100° à la température ordinaire; au bout d'un certain temps, ils perdent la plus grande partie de leur eau de cristallisation et se transforment en glucose anhydre.

» Le glucose que nous avons obtenu fermente sous l'influence de la levure de bière, il réduit la liqueur de Fehling. Il est dextrogyre :

$(\alpha)_D = 49^\circ,46$ pour $C^6H^{12}O^6 + \frac{1}{2}H^2O$, formule du corps tel que nous l'avons pris pour le dissoudre.

» Une solution aqueuse étendue, traitée par la phénylhydrazine dissoute dans l'acide acétique, donne une osazone qui cristallise en fines aiguilles jaunes fondant à 230° (1). Cette réaction si importante ne permet cependant pas de dire à quel isomère du glucose on a affaire puisque théoriquement plusieurs de ces sucres fournissent la même osazone.

» Pour établir d'une façon irréfutable quel est celui des seize isomères du glucose qui doit être considéré comme identique au sucre de l'urine, il est nécessaire de préparer l'acide gluconique correspondant. Les sels des acides provenant de l'oxydation des isomères du glucose ont été étudiés avec soin. Notre gluconate de calcium en solution à 5 pour 100 avait pour pouvoir rotatoire spécifique

$$(\alpha)_D = +6^\circ 53'.$$

» Le gluconate de calcium pur accuse

$$(\alpha)_D = +6^\circ 13'.$$

» Nous pouvons donc dire d'après l'ensemble de ces constatations que le sucre de l'urine est bien le glucose *d*.

» L'existence de ce sucre dans les urines diabétiques et dans le sang est probablement le cas le plus général; cependant, dans ces dernières années, on a publié des observations de pentosurie, lévulosurie, lactosurie, et nous-même avons eu occasion d'étudier une urine qui présentait certaines réactions nous permettant d'affirmer qu'elle renfermait du lévulose. En réalité, le phénomène de l'élimination des hydrates de carbone est très complexe et nous avons l'intention de poursuivre nos recherches dans cette voie. La détermination de la nature exacte de sucre qui, en chaque cas, passe dans les urines est, en effet, d'une importance capitale pour le médecin qui doit instituer le régime alimentaire du malade (2). »

---

(1) D'après M. G. Bertrand, l'osazone du glucose *d*, provenant de l'hydratation de l'amidon, fond à 230° (ce point de fusion est pris au moyen du bloc Maquenne) et non à 204°-205°, comme l'avait indiqué E. Fischer.

(2) Nous adressons nos remercîments à M. G. Bertrand qui a bien voulu nous assurer son concours et nous aider de sa haute compétence dans la détermination des points de fusion et des pouvoirs rotatoires ci-dessus mentionnés.

CHIMIE AGRICOLE. — *Utilisation, par les plantes, de l'acide phosphorique dissous dans les eaux du sol.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« On estime d'ordinaire que l'acide phosphorique contenu dans les solutions imprégnant le sol (sauf peut-être le cas d'un sol ayant reçu récemment une addition de superphosphate) ne saurait être, vu sa proportion toujours minime, que d'une utilité à très peu près négligeable pour la végétation. J'ai été conduit à penser au contraire que, malgré sa rareté, il devait être pris en sérieuse considération comme source du phosphore des plantes.

» Cette rareté, en effet, n'est qu'une apparence, parce que l'acide phosphorique, ainsi que je l'ai montré (*Comptes rendus*, 25 juillet et 8 août 1898), peut se renouveler dans les solutions du sol, à mesure que les racines l'y font disparaître. Le renouvellement résulte d'un équilibre qui tend sans cesse à s'établir entre l'eau et les phosphates infiniment peu solubles du sol. Il s'effectue avec une assez grande activité (dans une terre qu'on agite doucement avec de l'eau, il s'achève, on l'a vu, en quelques heures); de telle sorte que, au cours d'une saison de végétation, il est capable de fournir aux plantes une bonne part de l'acide phosphorique qu'elles absorbent.

» Il convenait de pousser plus loin la démonstration et de prouver que, non seulement les dissolutions du sol peuvent offrir aux plantes une importante quantité d'acide phosphorique, mais encore que les plantes peuvent réellement s'alimenter, exclusivement ou en majeure partie, d'acide phosphorique présenté à l'état de dissolution et aux doses infimes qui se rencontrent dans les eaux du sol. Je viens d'obtenir cette preuve. Bien que l'on ait beaucoup expérimenté sur l'utilisation de l'acide phosphorique par les plantes, je ne sache pas qu'on l'ait fait dans les conditions que je vais indiquer.

» J'ai cultivé des maïs, des sarrasins, des haricots et du blé sur des sols constitués par du grès, stériles en eux-mêmes, mais arrosés avec des solutions nutritives où l'acide phosphorique, donné à l'état soluble, variait de 0^{mg} à 2^{mg} par litre.

» Les liquides d'arrosage étaient préparés avec de l'eau de Vanne, qui renfermait naturellement toute la chaux nécessaire et qu'on additionnait d'azotate de potassium, de sulfate de magnésium et de proportions variables de phosphate bipotassique; les liqueurs ainsi obtenues restaient limpides. Chaque sol recevait par jour 10^{lit} de dissolution, qui s'écoulaient en dix heures environ, et qui, au moyen de dispositifs spéciaux,

étaient uniformément répartis sur la surface. Au sortir des récipients en verre contenant les sols, les eaux d'égouttage étaient recueillies; on les échantillonnait tous les jours; l'échantillon moyen de chaque quinzaine était soumis au dosage de l'acide phosphorique.

» Le Tableau suivant résume les conditions et les résultats d'une des séries d'essais :

Maïs (*dent de cheval*); 4 juin-25 octobre.

(Dans chaque lot 2 graines semées et bien levées; poids du sol 46^{kg}.)

		I.	II.	III.
O^5 dans le liquide d'arrosage, par litre..		jusqu'au 9 août $0^{mg},07$ (1) après le 9 août $1^{mg},07$	$2^{mg},07$	$0^{mg},07$
Eaux d'égouttage de chaque quinzaine.	20 juin-4 juillet...............	mg 0,65	mg 1,76	mg 0,74
	5 juillet-19 juillet............	0,25	1,99	0,30
	20 juillet-3 août..............	0,22	1,00	0,18
	4 août-19 août.............	0,13	0,21	0,08
	20 août-5 septembre...........	0,10	0,06	0,06
	6 septembre-22 septembre.....	0,05	0,04	0,03
	23 septembre-7 octobre........	0,04	0,03	0,02
	8 octobre-25 octobre..........	0,03	0,03	0,03
Récoltes.	Hauteur au-dessus du sol.......	$2^{m},16$ et $2^{m},42$	$3^{m},10$ et $3^{m},02$	$1^{m},73$ et $1^{m},52$
	Poids après dessiccation à 40°..	152^{gr}	621^{gr}	53^{gr}
	P^2O^5 total dans les plantes......	490^{mg}	1365^{mg}	90^{mg}
	Signalement des plantes........	2 plantes venant bien, mais d'un développement incomplet, parce que P^2O^5 a été donné trop tard.	2 belles plantes portant chacune 2 épis.	2 plantes chétives et peu développées.

» Plusieurs faits se dégagent des chiffres ci-dessus :

» 1° Au début des expériences, la végétation étant très peu avancée, le sol seul a pu influer sensiblement sur la composition des liquides d'arrosage. On voit que, alors, le grès, quoique très pauvre en acide phosphorique ($23^{mg},5$ par kilogramme), en a cédé quelque peu à l'eau de Vanne (expériences I et III), tandis que, au contraire, la liqueur à 2^{mg} d'acide phosphorique par litre a cédé au sol une petite proportion de son acide (expérience II). C'est là un exemple des équilibres dont j'ai parlé.

» 2° Dès que la végétation s'est développée, les liqueurs ont été considérablement appauvries. Dans l'expérience II, en particulier, on constate

(1) J'ai trouvé dans l'eau de Vanne $0^{mg},066$ de P^2O^5 par litre, soit $0^{mg},07$.

alors une très grande diminution de l'acide phosphorique dans les eaux d'égouttage. L'acide disparu a été absorbé par les plantes, et, chose assez remarquable, elles ont été jusqu'à en dépouiller les liquides presque absolument. Elles ont crû normalement, atteint une taille élevée et donné chacune deux épis.

» 3° J'ai voulu avoir une preuve de plus de l'efficacité de l'acide phosphorique offert à l'état de dissolution. Le 9 août, les plantes de I et III, fort en retard sur celles de II en raison du manque d'acide phosphorique, étaient de développement très médiocre, mais bien identiques entre elles. J'ai commencé à donner 1^{mg} d'acide phosphorique au lot I, le lot III continuant à en être privé. Immédiatement, le premier a absorbé la presque totalité de l'acide qui lui était présenté et, en peu de temps, il a pris une avance très marquée sur l'autre; il a finalement fourni une récolte cinq fois et demie plus forte en poids.

» 4° Des résultats analogues ont été obtenus avec les cultures autres que les maïs.

» *En résumé*, des sols de grès, stériles et inaptes par eux-mêmes à alimenter convenablement des plantes en acide phosphorique, ont été arrosés avec des liqueurs nutritives contenant cet acide à doses diverses. Sur ces sols, on a cultivé différentes plantes, qui ont dû prélever leur acide phosphorique à peu près exclusivement sur les dissolutions qu'on leur offrait. Sans addition d'acide phosphorique dans les dissolutions, les plantes sont restées misérables. En présence de dissolutions contenant des quantités d'acide phosphorique de l'ordre de celles qui existent dans les terres arables, elles ont prospéré; avec des liqueurs à 2^{mg} par litre, on a obtenu de fort beaux maïs, et, avec des liqueurs à $0^{mg},5$ et 1^{mg} seulement, des récoltes de blé correspondant à 10^{hlit} et 18^{hlit} à l'hectare. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Conclusions générales sur les charbons humiques et les charbons de purins.* Note de M. C.-Eg. Bertrand.

« Comme conclusions générales sur les charbons humiques et sur les charbons de purins, j'ajouterai aux propositions antérieurement formulées [1] les suivantes :

» 1. Le degré d'humification (ou de condensation humique) de la

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVII, séance du 14 novembre.

gelée brune présente de notables variations dans les exemples que j'ai analysés. Quand l'humification a été très faible, comme dans certains filets du brown oilshale, la gelée fondamentale a été transformée, pendant sa fossilisation sous l'action du bitume, en corps jaunes amorphes. Le bitume n'y a donc pas été retenu tout entier. Cette transformation rappelle la localisation des carbures éclairants sur les membranes gélosiques. Quand l'humification est plus forte, le bitume complet est retenu dans la gelée, par une véritable fixation. Celle-ci est de plus en plus intense à mesure que l'humification s'accentue. La gelée fondamentale donne ainsi des filets charbonneux de plus en plus fortement colorés en rouge brun. La contraction de la gelée est d'autant plus forte qu'elle a plus énergiquement retenu le bitume. C'est la gelée des schistes bitumineux de l'Allier qui m'a présenté la plus forte contraction.

» 2. Les contractions relevées pour la gelée brune dans les charbons humiques ne suffisent pas à rendre compte de la teneur de ces roches en matières hydrocarbonées. Ces gelées humiques ont été soumises à un enrichissement en hydrocarbures. Elles ont subi une imprégnation bitumineuse. Les bitumes y sont arrivés tout formés, car on ne voit nulle part dans ces roches la production de bitumes aux dépens des matières organiques.

» Dans presque tous ces exemples, les matières bitumineuses ont pénétré la masse par diffusion. Elles y sont retenues électivement par quelques parties de la gelée fondamentale, par les fragments végétaux convenablement humifiés, par les protoplastes, par le tissu osseux et par les coprolithes. Les carbures éclairants sont retenus de même par les membranes gélosiques et cellulosiques non humifiées. La gelée humique et les corps accidentels qu'elle contient donnent des masses de charbon, parce qu'ils sont des substratum de bitumes et d'hydrocarbures éclairants. Dans le schiste du Bois d'Asson, le bitume, particulièrement figeable, a pénétré de bonne heure à l'état de gouttelettes minuscules, qui ont été retenues mécaniquement dans la gelée humique injectée.

» 3. Dans ce milieu de gelée brune, se fossilisant en présence de bitume, il se fait normalement des corps jaunes très variés, des charbons brillants et des fusains, c'est-à-dire les principales variétés de charbons qu'on rencontre associées dans les houilles. Il peut s'y produire des charbons d'os, et des charbons de coprolithes. Chaque corps organique, suivant sa nature et son degré d'altération, retient soit le bitume entier, soit quelques-uns de ses éléments. Je citerai comme exemples extrêmes : 1° la

rétention du bitume par les bois humifiés et par les coprolithes, 2° la localisation des carbures éclairants sur les membranes gélosiques non humifiées.

» 4. Les corps jaunes des charbons humiques sont fournis par les membranes végétales gélosiques et cellulosiques macérées mais non humifiées, par les corps résineux, par les fragments osseux. Ils peuvent provenir des parties les moins humifiées de la gelée fondamentale. Il peut s'y ajouter des corps jaunes inorganiques, venant du bitume et d'infiltrations tardives.

» 5. Les bitumes qui sont intervenus dans les charbons humiques que j'ai analysés ne sont pas identiques entre eux. Celui du brown oilshale est le moins coloré. Il est rouge brun, très pâle; il est craquelé. Celui des schistes de l'Allier est coloré en brun noir; il est contracté en réticulum dans les cavités où il est libre. Celui du schiste du Bois d'Asson a été particulièrement figeable. Ces variations des bitumes imprégnants font prévoir des variations étendues dans les qualités des charbons dont ils ont provoqué la formation. Le charbon sera gras ou anthracitique, selon que le bitume imprégnant sera lui-même riche en hydrogène, à la manière des asphaltes, ou très riche en carbone, à la manière des perles anthracitiques des fissures du calcaire de Visé.

» 6. Dans ce milieu de gelée humique se fossilisant en présence de bitumes, la conservation des corps organisés qui y sont accidentellement enfouis est parfaite. Les corps y ont été fixés dans leurs divers états d'altération et rendus imputrescibles, absolument comme dans les fixations que nous essayons de faire sur les matériaux qui doivent servir aux études histologiques des plantes actuelles.

» 7. Les accumulations de gelée brune qui forment les charbons humiques impliquent, comme conditions géogéniques initiales, des eaux génératrices brunes chargées de matières humiques qu'elles laissent précipiter facilement dans des mares parfaitement tranquilles. Les seuls matériaux clastiques que j'y ai constatés sont les parcelles de mica des schistes de l'Allier. Pendant ces périodes si calmes, la surface des eaux brunes recevait des pluies de pollen venant de la végétation forestière voisine. Je n'ai pas constaté, dans les exemples analysés, la présence d'une végétation de fond.

» 8. Le brown oilshale présente les charbons humiques dans leur facies macroscopique schisteux. Le charbon de Céara montre les charbons humiques peu minéralisés avec leur facies de charbon. Le schiste du Bois

d'Asson montre comment se fait la transition des charbons humiques aux charbons gélosiques et aux charbons polliniques.

» 9. Il existe des *charbons de purins*. Les couches les plus riches des gisements de Buxière et de Saint-Hilaire peuvent servir de type à cette classe de charbons.

» 10. Ils se sont formés dans des conditions géogéniques peu différentes de celles des charbons humiques. L'eau brune des mares anthracigènes où se précipitait la gelée humique a été additionnée de matières stercoraires dans toutes ses parties. La gelée brune fortement humifiée a acquis par cette addition une capacité de rétention du bitume plus grande. Elle est, par suite, fortement colorée en rouge brun et fortement contractée. Cet accroissement de capacité rétentrice de la gelée fondamentale pour le bitume suffit à différencier les charbons de purins des charbons humiques. Il y a des transitions entre ces deux classes de charbons.

» 11. Les charbons de purins sont fortement chargés de coprolithes entiers et éparpillés. Ils contiennent de nombreuses écailles, tombées de ces coprolithes. Ils ont donné des *schistes à Ostracodes* toutes les fois que l'eau brune génératrice s'est diluée suffisamment par addition d'eaux ordinaires. Dans les régions qui correspondent à la plus grande concentration des eaux génératrices, on trouve un organisme spécial, le *Zoogleites elaverensis*. Même dans ces charbons de purins, on constate des faits très nets de fixation des corps organisés. Le *Zoogleites* a été fixé; il en est de même des bactéries développées dans le mucus intestinal qui soude les bols alimentaires des coprolithes.

» 12. Les charbons humiques et les charbons de purins que j'ai étudiés sont des formations d'eau douce. Elles se présentent avec les mêmes caractères essentiels des temps carbonifères, à l'époque oligocène. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution des tourbes.* Note de M. B. **Renault**, présentée par M. Van Tieghem.

« L'étude de la constitution des tourbes offre certainement un grand intérêt, puisqu'elle permet de suivre toutes les phases de transformation que les plantes subissent pour passer, sous nos yeux, de l'état de plantes fraîches à celui où elles constituent une tourbe parfaite.

» Nous faisons connaître, dans cette Note, les premiers résultats obtenus

dans nos recherches sur la tourbière de Fragny, occupant à l'est d'Autun quelques hectares de superficie et placée à 560^{m} d'altitude.

» Les plantes alimentant la tourbière et vivant à sa surface sont : des Sphaignes, des Polytrics, des Droséras, quelques touffes de Fougères, de Joncs, de Carex, de Graminées diverses; des Violettes d'eau, quelques pieds isolés de Genévriers, de Bruyères; de Saules, plus rarement quelques pousses de Chênes et de Bouleaux.

» La couche supérieure est formée par les débris souvent reconnaissables de quelques-unes des plantes que nous venons de citer; la teinte en est brun jaunâtre.

» La couche inférieure est de couleur noire quand elle est humide, et brun foncé quand elle est sèche, plastique, grasse au toucher comme l'argile et tachant les doigts.

» Elle diminue considérablement de volume en se desséchant et acquiert en même temps une ténacité assez grande pour qu'on en puisse faire des préparations observables au microscope, sans qu'il y ait cependant de matière fondamentale soudant les débris, comme dans les Cannels et certains Lignites.

» Lorsqu'on la délaye dans l'eau, sans écrasement, on y reconnaît de très petits fragments de tissus divers, tels que : cuticule, épiderme, endoderme, liège, quelques vaisseaux appartenant à du bois de Bouleau, des cadres elliptiques isolés provenant de la désagrégation de ces mêmes vaisseaux, des spores de Fougères, des grains de pollen divers, entre autres d'Abiétinées, des conidies de Champignons, plusieurs espèces de Diatomées, etc., enfin une petite quantité d'éléments minéraux siliceux, apportés par les vents sous forme de poussières.

» Ce qui frappe, c'est la ténuité de ces débris, formés des éléments les plus résistants des végétaux qui, étant restés en place, n'ont eu à subir aucune trituration de la part de corps durs. La propriété que possèdent certaines Bactériacées de dissoudre les membranes moyennes des cellules pourrait donner l'explication de cette division [1].

» Les gros fragments de plantes, tiges ou racines, ont résisté plus longtemps à la destruction et l'on rencontre, par exemple, des racines de Bouleau à une assez grande distance de la surface, dans un état d'altération très avancé, il est vrai, mais ayant encore une structure reconnaissable. Près de la surface, les fragments de racine montrent souvent, dans les rayons cellulaires et les cellules de parenchyme, de nombreux grains d'amidon polyédriques, mesurant 7^{μ} à 10^{μ}, agissant sur la lumière et séparés les uns des autres par un réseau protoplasmique. Leur altération commence par la perte de la propriété d'agir sur la lumière, propriété qui persiste pour les parois des cellules qui les renferment. Les grains se dissolvent ensuite et il ne reste de visible que les mailles du réseau protoplasmique prenant une teinte jaune orangé; bientôt les mailles se déchirent, et la substance qui les forme vient tapisser l'intérieur des cellules, ou se réunit en globules de tailles très inégales, de formes variées, pleins ou

---

(1) L'état de division des fragments de végétaux rencontrés dans la houille pourrait avoir la même origine.

creusés de vacuoles plus ou moins nombreuses, prenant une forme polyédrique quand elles se pressent mutuellement. Cette modification colorée du protoplasma, due sans doute à une action bactérienne, est insoluble dans l'eau, l'alcool, la benzine, etc.; elle résiste également aux liqueurs acides ou alcalines étendues. On la retrouve dans les bois profondément altérés et quelquefois à l'état de liberté dans la tourbe noire.

» Le bois en décomposition est sillonné de nombreux filaments de Champignons saprophytes, colorés souvent en jaune brun, et mesurant en diamètre les uns 4^{μ} à 5^{μ}, les autres seulement $1^{\mu},5$; ces filaments sont quelquefois entourés de nombreux Microcoques.

» Les parois des cellules et des vaisseaux altérés n'agissent pas sur la lumière polarisée et ne se teignent plus par le chloro-iodure de zinc, mais elles portent à la face interne les traces nombreuses de Micrococques; beaucoup de ces microrganismes sont encore adhérents et mesurent $0^{\mu},5$ environ; la plupart sont immobiles; toutefois nous en avons rencontré, même après deux mois, animés de mouvement à l'intérieur des fragments de bois.

» Ils sont ordinairement par groupes plus ou moins nombreux, nichés dans une sorte de pulpe molle, épaisse de 1^{μ} environ, et tapissant la face interne des parois. Leurs mouvements semblent se réduire à des dilatations, en divers sens, de leur membrane; on distingue une sorte de remous obscur, du côté où le mouvement s'effectue; quand ils sont près d'une paroi verticale d'une cellule, ils paraissent pénétrer dans la couche pulpeuse (pour en sortir ensuite) à une profondeur presque égale à leur diamètre; celui-ci est d'environ $0^{\mu},9$, supérieur à celui des Microcoques immobiles; mais cette différence provient sans doute de la difficulté de mesurer une sphère qui se déforme assez rapidement, et aussi d'un phénomène de contraction que le Micrococque peut éprouver quand il devient immobile ou qu'il meurt. Si l'on place le microscope de façon que la surface de la couche pulpeuse seule soit au point, les Microcoques ne sont plus visibles, on ne perçoit que les ondulations produites par leurs mouvements.

» *Conclusions.* — 1° La tourbe noire que nous avons étudiée est formée de débris microscopiques de végétaux, provenant des tissus les plus résistants, tels que cuticules, lièges, spores, grains de pollen, cadres épaissis cloisonnant les vaisseaux, etc., les autres tissus ayant en général disparu sous des influences diverses, entre autres l'action microbienne.

» 2° Entre les éléments de cette sorte de boue végétale, on ne remarque pas, comme cela se voit dans beaucoup de lignites, de matière fondamentale qui les pénètre et les réunit. Composée de principes ulmiques, cette matière est enlevée à mesure qu'elle se forme et produit les eaux brunes qui s'écoulent souvent des tourbières.

» 3° L'état de division des débris organiques pourrait être considéré comme le résultat d'un travail microbien, remarque qui s'appliquerait également à beaucoup de houilles présentant le même aspect de division.

» 4° Les bois trouvés dans les tourbières montrent, de haut en bas, une altération de plus en plus profonde; leur tissu est souvent parcouru par des mycéliums de Champignons microscopiques; ils contiennent des modifications curieuses du protoplasma; enfin, ils montrent de nombreux Microcoques, dont quelques-uns restent mobiles longtemps après leur sortie de la tourbière. »

ZOOLOGIE. — *Production artificielle des perles chez les* Haliotis. Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'Huître perlière (Méléagrine) n'est pas le seul Mollusque qui soit capable de donner des perles fines. On sait que d'autres Acéphales peuvent également en contenir à l'état naturel et que, depuis longtemps déjà, des essais ont été tentés pour en faire produire artificiellement par les coquilles d'eau douce.

» Je me suis demandé s'il ne serait pas possible de faire naître artificiellement des perles dans les coquilles marines et en particulier dans celles des Gastéropodes. Beaucoup de ces animaux présentent une nacre très irisée, qui paraît susceptible, en s'orientant en couches circulaires, de fournir l'orient cherché.

» Dans les Gastéropodes que j'ai mis en expérience, j'ai été amené à choisir l'*Haliotis*. Ce Mollusque est abondant dans les fonds rocheux de la Manche; il atteint une taille considérable; sa coquille est revêtue, dans l'intérieur, d'une couche nacrée très brillante; de plus, il se prête très bien à l'expérimentation. Placé dans les grands bacs du laboratoire de Roscoff, où ces recherches ont été faites, il s'acclimate facilement et, pourvu qu'on lui fournisse de l'eau bien aérée en quantité suffisante, on n'a pas à se préoccuper de son alimentation ([1]).

» Contrairement à la plupart des animaux marins, l'*Haliotis* peut résister à des opérations très sévères.

» C'est ainsi, par exemple, que, pour étudier la formation de la nacre, j'ai été amené à enlever complètement la coquille sur un certain nombre d'échantillons. Quelques

---

([1]) Ces conditions se trouvent réalisées dans le laboratoire fondé en Bretagne par M. de Lacaze-Duthiers, grâce à la présence d'une grande cuve qui permet de faire arriver l'eau de mer sous pression dans les aquariums : c'est là que ces expériences ont été faites.

sujets ont résisté et se sont promptement rétablis, malgré la gravité du traumatisme que je leur avais fait subir. Actuellement, plus d'une demi-douzaine, admirablement soignés par le gardien de la station, sont encore parfaitement vivants, et cependant l'ablation de la coquille remonte au mois de mars dernier. Ces étonnantes bêtes ne paraissent pas avoir beaucoup souffert de cette mutilation; elles ont sécrété déjà toute une série de coquilles, sans pouvoir arriver à en constituer une définitive. Ces coquilles, de nouvelle formation, n'ont probablement pas de point d'attache suffisant sur les muscles contusionnés, et, lorsque l'animal se contracte, elles se détachent avec une rare facilité.

» Cette expérience préliminaire m'a montré que le périostracum n'est pas une sécrétion particulière du bord du manteau et que, chez l'adulte, toutes les glandes de la surface du manteau peuvent donner lieu à la même production. Je suis arrivé à cette conclusion, que *le périostracum n'est autre chose que la sécrétion des glandes au contact du milieu extérieur, et la nacre, la même sécrétion à l'abri de la coquille*.

» De là à m'occuper de la production artificielle des perles, il n'y avait qu'un pas.

» J'ai commencé assez timidement l'expérience de la production artificielle des perles, au mois d'octobre de l'année dernière, en insérant dans l'intérieur du manteau, et entre le manteau et la coquille, une série d'aiguilles de nacre que je faisais pénétrer à l'aide de pinces.

» Au mois de mars dernier, j'ai constaté que les aiguilles insérées dans le manteau ne paraissaient avoir produit aucun effet, et que ces corps étrangers introduits dans les tissus n'avaient amené aucune formation particulière.

» Il n'en est pas de même des fragments de nacre placés entre la coquille et le manteau. Ceux-ci s'étaient soudés à la coquille et étaient recouverts d'une belle couche irisée. Encouragé par ce premier résultat, qui me prouvait qu'on pouvait obtenir une abondante sécrétion de la nacre chez l'*Haliotis* en interposant des corps étrangers entre la coquille et le manteau, j'ai fait plus en grand ces expériences, pendant le courant de l'été et du printemps derniers (mars-octobre 1898).

» Avec l'aide de Marty, le dévoué gardien du laboratoire, qui m'a été d'un grand secours dans le travail opératoire, j'ai mis en train trois séries d'expériences, dans le courant de mars, avril et juin.

» *Première expérience.* — Soixante *Haliotis* ont été trépanées au niveau du tortillon, de manière à enlever un fragment de coquille de 6^{mm} à 7^{mm} de diamètre. Par cet orifice, j'ai fait pénétrer une perle de nacre, de manière à refouler le manteau et à interposer la perle entre le manteau et la coquille; l'orifice a été ensuite obstrué à

l'aide de ciment faisant de suite prise rapide dans l'eau. L'expérience a eu lieu en mars.

» *Deuxième expérience.* — Une cinquantaine d'*Haliotis* ont été opérés du 22 au 26 avril. J'ai introduit dans l'intérieur de la cavité branchiale une perle que j'ai fixée à l'aide d'un crin de Florence, en faisant pénétrer le crin par les orifices qui existent naturellement dans la cavité branchiale.

» *Troisième expérience.* — Dans le mois de juin, j'ai opéré une série de quarante *Haliotis* en perçant sur le côté droit de la coquille deux orifices, au niveau du muscle coquillier, et j'ai introduit ensuite une perle de nacre au niveau des deux orifices qui me servaient de point d'attache, en procédant comme précédemment.

» Voici les principaux résultats obtenus :

» Toutes les *Haliotis* ont sécrété de la nacre au niveau des corps étrangers introduits et, dans plusieurs coquilles, ont moulé, à la surface des perles de nacre, de véritables perles fines, dont je soumets quelques échantillons à l'Académie.

» Les premières perles obtenues ne sont pas suffisamment détachées de la coquille et présentent une base de soudure trop large avec cette dernière; le défaut a été en partie corrigé dans les expériences ultérieures, et sur les échantillons récents, on peut constater que la partie de la perle la plus rapprochée de la coquille est d'abord englobée par la couche nacrée.

» Il faut remarquer cependant que les perles ainsi obtenues artificiellement, si elles ont sensiblement la même constitution chimique que les perles naturelles, ne sont orientées en couches circulaires qu'à la périphérie, ce qui leur donne l'orient cherché, mais renferment dans leur intérieur un gros noyau de nacre dont l'orientation des couches est nécessairement différente de celles de la périphérie. On ne saurait cependant prétendre que ce sont là des perles fausses, puisque les perles naturelles contiennent, également, un noyau de grosseur indéterminé. »

BIOLOGIE. — *Sur une méthode de coloration du protoplasma par les pigments bactériens.* Note de M. **L. Matruchot** (¹) présentée par M. Gaston Bonnier.

« Malgré les nombreux travaux qui, depuis vingt ans, ont eu pour objet l'étude des Bactéries chromogènes, nul expérimentateur, à ma connais-

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

sance, n'a cherché à étudier l'action des pigments bactériens en nature sur le protoplasma d'autres organismes vivants. Il est cependant possible d'obtenir, dans cette voie, des résultats intéressants, et c'est l'un de ces résultats que je voudrais signaler aujourd'hui.

» En faisant végéter simultanément, sur un même milieu, une Bactérie chromogène à pigment violet et un Champignon filamenteux, on peut obtenir une imprégnation du protoplasma du Champignon par le pigment; comme la matière colorante est élective et ne se fixe que sur une partie du protoplasma, cette technique, théoriquement très simple, constitue une véritable méthode de coloration permettant de révéler, tout au moins partiellement, la structure du protoplasma vivant.

» C'est par ce procédé qu'ont été observés tous les détails de structure du protoplasma fondamental d'une espèce de *Mortierella*, détails que j'ai déjà fait connaître à l'Académie [1]. Dans ce cas, le pigment violet de la Bactérie se fixe uniquement sur l'enchyléma ou protoplasma granuleux du mycélium immergé : on voit apparaître, dans la masse du cytoplasma, un certain nombre de cordons d'un violet franc, noyés au milieu d'une masse hyaloplasmique indifférente au réactif colorant. Ces cordons, qui, à l'état vivant, sont seuls le siège des courants protoplasmiques, ne sont continus que dans les parties moyennement jeunes du mycélium; dans les parties plus âgées, ils se fragmentent par un processus que j'ai décrit, et ils finissent par se réduire à des granules de taille variable fixés à la paroi du filament. J'ajoute enfin que, dans aucun cas, la membrane du Champignon ne se colore par l'action du pigment.

» On peut se demander si cette différenciation du cytoplasma en deux parties distinctes n'est pas quelque chose d'artificiel, dû à l'action même du réactif. Il n'en est rien : la structure mise en évidence par le réactif colorant préexiste à son action. J'ai déjà signalé, en effet, dans ma première Note à l'Académie relativement à ce sujet, une observation très précise faite par moi sur l'écoulement de gouttelettes huileuses dans le protoplasma vivant, et j'en ai conclu à l'existence de cordons canaliculaires *à*

---

(1) L. Matruchot, *Sur la structure du protoplasma fondamental dans une espèce de* Mortierella (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1321). — *Sur la structure et l'évolution du protoplasma des Mucorinées* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1363). Depuis la publication de cette dernière Note, mes expériences n'ont pas toujours confirmé l'interprétation des faits relatifs à quelques Mucorinées. Mes observations n'ont donc pas peut-être, pour toute la famille des Mucorinées, la généralité que je leur avais attribuée. Mais, pour le genre *Mortierella* en particulier, dont j'ai pu depuis lors étudier deux autres espèces, mes observations et mes conclusions subsistent en entier.

l'état vivant. Je puis ajouter aujourd'hui que la fixation du pigment bactérien sur toute une portion de mycélium y fait apparaître des structures différentes, qui dérivent visiblement les unes des autres et qui ne sont pour ainsi dire que des stades d'évolution d'un même protoplasma à divers âges. Si la structure observée était due à l'action du réactif sur un protoplasma homogène, la constitution morphologique ainsi mise en évidence devrait être la même sur toute la longueur du filament. Puisqu'il n'en est rien, c'est qu'avant l'action du pigment le protoplasma n'était pas le même aux divers points; c'est donc qu'il évolue dans sa forme interne, et la structure observée est précisément l'image de cette forme interne rendue apparente à nos yeux. Et puisque, d'une part à l'état vivant, d'autre part après coloration par le pigment, les cordons d'enchyléma semblent garder même contour, c'est que la technique employée ne déforme que très peu, ou même pas du tout, la structure fondamentale du protoplasma.

» La Bactérie à pigment violet qui a servi à mes expériences est un Bacille allongé dont les éléments ont normalement 4^{μ}-5^{μ} de longueur sur 1^{μ} de largeur. Je l'ai isolé de l'eau de Seine, et, malgré ses dimensions considérables, je le crois voisin du *Bacillus violaceus*. Il se cultive avec facilité sur divers milieux, mais perd très rapidement son pouvoir chromogène.

» Le pigment sécrété par ce Bacille est expulsé au dehors de la cellule à travers sa membrane; il s'accumule à la surface de la zooglée, surtout dans les sillons et les méandres qu'elle forme; et c'est là que le mycélium du Champignon, prenant contact avec la matière colorante, l'absorbe et la fixe sur son protoplasma.

» Il est à remarquer, à ce propos, que l'affinité, que je constate ici, des pigments bactériens pour le protoplasma, complète l'analogie remarquable qu'on a déjà signalée entre ces principes colorants et les couleurs d'aniline, analogie qu'on fondait, jusqu'alors, surtout sur les réactions chimiques et le propriétés optiques.

» La méthode de recherches que je viens d'exposer et qui m'a donné des résultats si curieux par l'association d'une Bactérie violette et d'un champignon du genre *Mortierella*, semble devoir être féconde, car elle est susceptible, ainsi qu'on le voit aisément, d'une double extension :

» D'une part, on peut faire agir l'agent chromogène sur tel ou tel organisme choisi à volonté [1].

---

[1] On conçoit même la possibilité d'étudier par ce procédé la structure du protoplasma chez divers animaux inférieurs (Protozoaires, etc.) et même chez les animaux supérieurs (leucocytes teintés par le pigment du *Bacillus pyocyaneus*). Il ne semble pas que l'attention des bactériologistes ait été attirée de ce côté.

» D'autre part, on peut faire varier l'organisme chromogène et étudier ainsi tout une gamme de pigments dont l'origine et les propriétés ne sont pas les mêmes, et dont le mode de fixation sur le protoplasma doit vraisemblablement conduire à des résultats intéressants.

» Je veux aujourd'hui donner un premier exemple de la généralité de la méthode.

» En cultivant simultanément, sur un même milieu, la Bactérie violette décrite plus haut et un long Bacille filamenteux incolore, j'ai constaté sur celui-ci une localisation très nette de la matière colorante. La membrane du bacille, ainsi qu'une partie du protoplasma, reste incolore; le pigment ne se fixe que sur un cordon plasmatique légèrement granuleux, qui n'est pas sans offrir quelque analogie avec les cordons d'enchyléma des *Mortierella*. Ce cordon unique n'occupe pas l'axe du filament bactérien; il est enroulé en tire-bouchon, et ses tours de spire, voisins de la paroi du filament, ménagent, par conséquent, une partie centrale non colorée. La forme de ce cordon est régulièrement hélicoïdale, et le pas de l'hélice se trouvant être sensiblement égal à son diamètre, le profil de ce cordon rappelle assez exactement celui d'un escalier à marches aussi hautes que larges.

» Je considère ce cordon spiralé comme étant l'homologue du *corps central* déjà décrit chez diverses Bactéries (Bütschli, Mitrophanow, etc.); mais il a ici une forme plus différenciée, un contour mieux défini et plus régulier; il est moins déformé peut-être, grâce au réactif très particulier qui m'a servi à le mettre en évidence.

» *En résumé,* les pigments sécrétés par certaines Bactéries sont susceptibles de se fixer sur le protoplasma des cellules d'autres organismes. En faisant végéter, sur un même milieu, une Bactérie chromogène avec un Champignon filamenteux ou avec une Bactérie incolore, on peut arriver à mettre partiellement en évidence, chez ceux-ci, la structure du protoplasma fondamental.

» En particulier, ce procédé de coloration, dont je me réserve d'étendre l'application, m'a déjà fourni des documents sur la structure protoplasmique de plusieurs Mucorinées (*Mortierella*) et m'a permis d'apercevoir, d'une façon plus nette qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, le *corps central* de certaines Bactéries. »

GÉOLOGIE. — *Sur les phosphates noirs des Pyrénées*. Note de M. **DAVID LEVAT**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« J'ai été appelé à visiter, dans les premiers jours du mois de mai 1898, un gisement de phosphate situé à 32^km au sud d'Oloron (Basses-Pyrénées). L'aspect caractéristique de la matière, qui ressemble à de l'anthracite impur, son mode particulier de gisement, à la limite du terrain dévonien et de la formation houillère pyrénéenne, m'engagèrent à étudier de plus près la question et à porter mes recherches sur l'ensemble de la formation dévonienne du versant français de la chaîne des Pyrénées.

» J'ai été assez heureux pour pouvoir, à la suite de mes études sur le terrain, retrouver ces phosphates sur un grand nombre de points, en dehors des Basses-Pyrénées, notamment dans l'Ariège, la Haute-Garonne et même dans l'Aude et le Tarn. Je suis donc en mesure de faire connaître, au moins dans ses lignes principales, cette nouvelle source de phosphates français, de fixer son niveau géologique et de donner une idée de son importance au point de vue agricole.

» *Nature des gisements*. — J'ai reconnu d'abord que ces gisements ne constituent ni des poches, comme les phosphates de la Somme, ni des amas plus ou moins filoniens comme les phosphorites du Quercy, mais bien une couche régulière et puissante, située à un niveau géologique si bien déterminé que j'ai pu le suivre sur toute la longueur des Pyrénées, en le recoupant dans les vallées d'Accous, de Lescun, des Eaux-Bonnes, de Luchon, du Salat, de l'Ariège, aux environs de Prades; puis, remontant vers le nord, dans les Corbières et jusque dans la Montagne-Noire aux environs de Caunes; nul doute qu'il ne se prolonge dans l'Hérault, où l'horizon classique à Graptolites et à *Cardiola interrupta* a été si bien décrit par MM. de Rouville et Viguier dans leurs publications récentes.

» Sans entrer dans le détail de mes reconnaissances sur le terrain, je me bornerai à dire ici que ces phosphates se trouvent invariablement situés au contact du calcaire dévonien supérieur, la *Griotte* des Pyrénées, avec les schistes sus-jacents, attribués soit au Permien, soit au Carbonifère, soit même, d'après les travaux de M. Seunes, au Dinantien.

» La composition du niveau phosphaté est sujette à des variations considérables. La continuité de la couche, au point de vue purement géologique, est désormais un fait acquis et indiscutable, mais sa valeur indus-

trielle est, au contraire, très variable et dépend essentiellement de la proximité des voies de communication, élément primordial pour l'utilisation de matières ayant une valeur intrinsèque aussi faible que celle des phosphates.

» *Nature des phosphates.* — Les phosphates des Pyrénées se présentent sous un aspect tout à fait comparable à celui de l'anthracite, tachant fortement les doigts en noir; ils prennent volontiers la texture imbriquée, écailleuse, comme un bulbe d'oignon. On les a décrits maintes fois sous le nom de *schistes noirs, schistes charbonneux, anthracite impur, couche graphiteuse, etc.*

» Sur certains points privilégiés, notamment sur le grand affleurement dévonien qui forme une bande dirigée est-ouest entre Saint-Girons et Foix, la couche est caractérisée par la présence, dans son sein, d'une quantité de nodules noirs, brillants, généralement aplatis, dont voici la composition :

Analyse des nodules de phosphate de l'Ariège.

Corps dosés.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Acide phosphorique....	32,25	35,45	28,75	32,50	31,28	28,10	29,22
Silice..................	16	8,60	non dosé	non dosé	non dosé	non dosé	14,60
Chaux.................	46,40	49,60	id.	id.	id.	id.	42,20
Oxyde de fer et alumine.	très peu	très peu	id.	id.	id.	0,40	1,78
Équivalent en phosphate tribasique...........	70,30	77,28	62,67	70,85	68,20	61,26	63,69

» Ces nodules arrivent à former le quart ou le tiers de la masse totale; mais il y a plus : le remplissage lui-même est formé de matières phosphatées, de telle sorte qu'après criblage et séparation des nodules, le résidu contient encore 14 à 16 pour 100 d'acide phosphorique, teneur convenable pour les applications agricoles.

» Les matières, d'apparence la plus schisteuse, d'aspect terne, ressemblant à l'ardoise, contiennent encore 7,10 pour 100 d'acide phosphorique. Les schistes luisants, contournés, qui enrobent les nodules et qui forment une portion importante de la masse, accusent jusqu'à 11,70 pour 100 d'acide phosphorique.

» *Présence de matières organiques et de l'azote.* — Une dernière particularité de ces phosphates noirs, c'est leur association constante avec une proportion de matière organique qui atteint 25 et 28 pour 100 dans certaines parties de la couche. La teneur en azote organique varie entre 3^{kg} et 5^{kg} à la tonne. Il n'y a pas d'azote nitrique.

» La couche atteint fréquemment 8^m à 10^m de puissance. Les nodules sont concentrés tantôt au toit, tantôt au mur, sur une épaisseur qui atteint 4^m. Une circonstance fortuite m'a permis de donner la preuve de la continuité de la présence des nodules en profondeur. A la mine de carbonate de manganèse de Las Cabesses, près Saint-Girons, la galerie du niveau 114, c'est-à-dire située à 114^m au-dessous des affleurements, a recoupé la couche à nodules, avec les mêmes caractères et la même teneur qu'en surface.

» *En résumé*, j'ai reconnu, dans les Pyrénées, l'existence d'un nouveau gisement phosphaté, situé à la partie supérieure du terrain dévonien, entre le marbre ou calcaire griotte et les schistes sus-jacents. Ce niveau se continue dans les Corbières et dans la Montagne-Noire.

» Les phosphates se présentent sous un aspect noir brillant, rappelant celui de l'anthracite.

» La composition de la couche est caractérisée, dans les parties riches, par la présence de nombreux nodules noirs, brillants, durs, généralement aplatis, formés de phosphate de chaux presque pur et dosant 65 à 75 pour 100 de phosphate tribasique de chaux.

» La gangue qui enrobe ces nodules est elle-même phosphatée. On y constate en outre la présence d'une quantité importante de matière organique contenant elle-même de l'azote organique dans la proportion de 3^{kg} à 5^{kg} par tonne.

» La puissance de la couche atteint 8^m à 10^m. Les nodules sont concentrés tantôt au toit, tantôt au mur du gisement. La continuité de l'enrichissement en profondeur est démontrée par les travaux de la mine de manganèse de Las Cabesses, qui ont recoupé la couche avec nodules à 114^m de profondeur. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de couches à Physes et Limnées columnaires dans l'éocène inférieur des Corbières septentrionales.* Note de M. A. **Bresson**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Les remarquables publications de M. Matheron ([1]) sur la Provence ont fait connaître depuis longtemps, dans le bassin d'Aix, la succession

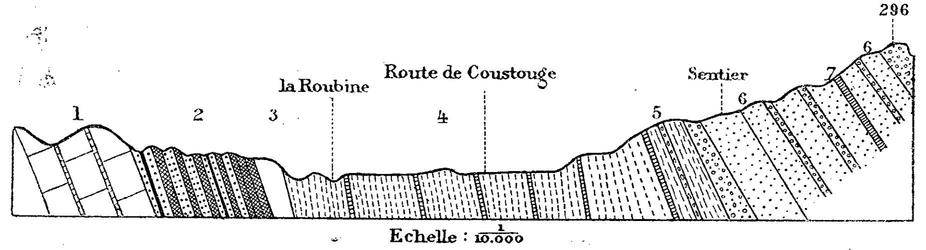
([1]) Voir pour la bibliographie jusqu'à l'année 1885 : Collot, *Descript. géol. des environs d'Aix-en-Provence;* 1880. — Roule, *Recherches sur le terrain fluvio-lacustre inférieur de Provence* (*Ann. Sc. géol.*, t. XVIII; 1885).

des assises lacustres éocènes parmi lesquelles figurent les calcaires de Langesse.

» Ces calcaires superposés aux calcaires de Saint-Marc à *Physa prisca* Noul., dont l'équivalence ([1]) avec les sables de Bracheux et le calcaire de Rilly, dans le bassin de Paris, n'est plus mise en doute, sont d'autre part recouverts par les calcaires de Montaiguet à *Bulimus Hopeï* Marc de Serres, *Planorbis pseudorotundatus* Math., *Strophostoma lapicida*, représentant la base de l'éocène moyen ([2]). Ils ont donc été à juste titre assimilés ([3]), en raison de leur faune (*Physa Draparnaudi, Physa prælonga* Math. *aff. columnaris* Desh., *Planorbis subcingulatus* Math., *Limnæa obliqua* Math., associés quelquefois à des *Valvata*) et de leur position stratigraphique, aux couches sparnaciennes du bassin de Paris qui renferment *Physa columnaris, Planorbis sparnacensis* Desh., voisin du *Pl. subcingulatus*.

» L'étude des formations lacustres et marines dans les Corbières septentrionales ([4]) nous avait fait découvrir en 1896, aux environs de Coustouge, avec les calcaires à *Physa prisca* Noul., un horizon spécial où nous avions signalé ([5]) des formes malheureusement mal conservées de Physes et Lim-

Coupe menée à travers la vallée de la Roubine, au nord de Coustouge.



1. Calcaires thanétiens à *Physa prisca, Paludina* cf. *aspersa*.
2. Marnes, grès et calcaires sparnaciens à *Physa prælonga, Ph. Draparnaudi*.
3. Calcaires à Miliolites, Alvéolines et *Natica brevispira*.
4. Marno-calcaires à *Operculina granulosa* et Turritelles.
5. Marnes et grès, calcaires à *Ostrea stricticostata* et Cérithes.
6. Mollasses et poudingues du calcaire grossier moyen.
7. Calcaire à *Bulimus Hopeï*.

([1]) Voir MATHERON, *Bull. S. G. F.*, 3e série, t. IV, p. 418.

([2]) Voir MATHERON, *Soc. d'émulation de Provence*, t. I et *B. S. G. F.*, 2e série t. XX, p. 16 et 17.

([3]) DEPÉRET, *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXII, p. 686; 1894. — VASSEUR, *Ann. Fac. Sc. de Marseille*, t. VIII.

([4]) Voir DE MARGERIE, *Bulletin de la Carte géologique de France*, t. II, n° 17, p. 1.

([5]) BRESSON, *C. R. C. G.*, t. IX, p. 76-77; 1897-98.

nées allongées et des Planorbes. Nous avons plus tard recueilli des représentants mieux conservés dont la similitude avec ceux du bassin d'Aix ne fait plus de doute aujourd'hui.

» L'horizon de Langesse est représenté dans la vallée de la Roubine, sur le revers occidental du brachyanticlinal de Thézan, par 50^{m} environ de calcaires lacustres gris foncé ou noirs, quelquefois fétides, alternant avec des marnes et des grès.

» Cet ensemble repose sur 25^{m} de calcaires blancs compacts, subcrayeux par places, renfermant dans les parties les moins dures *Physa prisca* Noulet, *Paludina* cf. *aspersa* (niveau du Réaltor dans le bassin d'Aix).

» Les formes columnaires, ordinairement très empâtées, se rapportent à *Physa Draparnaudi, Ph. prœlonga;* le Planorbe ne diffère point du *Pl. subcingulatus*. Certains lits se montrent pétris de *Valvata* de petite taille dont on connaît maintenant l'existence dans le bassin d'Aix ([1]).

» Au-dessus de cette formation lacustre se présentent d'abord les calcaires marins du nummulitique à Miliolites et Alvéolines, très réduits, puis les marnes à *Operculina granulosa* et à Turritelles, couronnés à leur tour par les mollasses et poudingues désignés sous le nom de *poudingue de Palassou*.

» Cette dernière série est tout à fait remarquable par ses niveaux de calcaires lacustres. Un banc renferme (butte 296) *Bulimus Hopeï,* et aux environs de Jonquières ([2]), les calcaires, beaucoup plus développés, ont fourni *Bulimus Hopeï* Marc de Serres, *Planorbis pseudo-rotundatus, Strophostoma lapicida,* c'est-à-dire *la faune caractéristique du Montaiguet, dans le bassin d'Aix*.

» Les calcaires sparnaciens existent encore sur la bordure orientale de l'anticlinal de Tournissan, à l'ouest des Palais. Avec les Physes et Limnées allongées, on peut recueillir des Paludines et des *Valvata* dans des calcaires noirs, fétides, chargés de débris végétaux. Pour les retrouver, il faut suivre la bordure septentrionale du massif de l'Alaric, entre Fontcouverte et Comigne, où ils dessinent sur la Carte géologique un étroit liséré.

» Les formes columnaires ont disparu mais l'on retrouve les *Valvata* dont quelques bancs sont pétris et des Paludines. Le tout repose sur les

---

([1]) La découverte de ces formes intéressantes dans les calcaires de Langesse, aux environs de Bouc-Cabriès, est due à M. Vasseur.

([2]) Voir ROUSSEL, *Bulletin de la Carte géologique de France,* t. V, p. 220; 1893-1894.

calcaires à *Physa prisca* [1] Noul. Dans le sud des Corbières, ces couches deviennent marines et l'on sait que dans l'Ariège le facies marin envahit tout l'éocène inférieur; à peine s'il existe à Illat [2] quelques lits de calcaires lacustres à *Physa prisca* intercalés dans les calcaires à Miliolites.

» Il résulte de cet examen que les *calcaires à Miliolites, dans le sud des Corbières et dans l'Ariège, représentent le Thanétien et le Sparnacien du bassin de Paris et que le Nummulitique, dans les Corbières septentrionales, compris entre des calcaires sparnaciens à formes columnaires et des niveaux lacustres à* B. Hopeï, Strophostoma lapicida *du calcaire grossier moyen, correspondrait bien aux sables de Cuise et au calcaire grossier inférieur du bassin de Paris.* »

GÉOLOGIE. — *Sur le parallélisme des calcaires urgoniens avec les couches à Céphalopodes dans la région delphino-rhodanienne.* Note de M. **Victor Paquier**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Grâce aux recherches de Ch. Lory, on sait que l'Urgonien du Dauphiné se compose d'une masse inférieure de calcaires durs, très puissante, à laquelle succède un ensemble marno-calcaire à Orbitolines (première zone à Orbitolines), supportant lui-même des calcaires massifs analogues à ceux de la base, mais beaucoup moins épais et sur lesquels repose directement le Gault, sauf en certains points du Vercors où, sous l'Albien, se montre une nouvelle assise à Orbitolines (deuxième zone à Orbitolines). On a admis jusqu'à ce jour que cet ensemble représentait les étages barrémien et aptien (MM. Kilian et Léenhardt), mais sans qu'il ait été nettement spécifié sur l'âge exact de chacun des termes cités plus haut.

» A la suite d'études dans le Diois et le sud du Vercors où s'effectue le passage latéral du facies vaseux à Céphalopodes au facies zoogène, j'ai pu, en observant dans le détail le processus de cette modification et sa localisation stratigraphique, préciser à quels niveaux elle se produisait. Dans le Diois, le Néocomien supérieur à facies vaseux est constitué comme suit :

» *Barrémien inférieur.* — Calcaires marneux à *Holcodiscus van-den-Heckei.*

» *Barrémien supérieur.* — Calcaires très puissants avec *Desmoceras difficile,* puis marnes avec moules pyriteux d'*Heteroceras.*

» *Aptien inférieur.* — Calcaires à *Acanthoceras Stobiescki.*

» *Aptien supérieur.* — Marnes bleuâtres.

---

(1) Voir Bresson, *loc cit.*, p. 76-77.

(2) *Réunion extraordinaire de Foix* (*B. S. G. F.*, 3e série, t. X, p. 558-559).

» Cet ensemble peut être étudié dans le nord-est du Diois, à Glandage, et, si de là on se dirige vers la bordure sud du Vercors, on voit à la montagne de Bellemotte les calcaires du Barrémien supérieur se charger en débris avec des lentilles dolomitiques; l'assise marneuse, très puissante, supporte les calcaires aptiens compacts et à Rudistes. A quelques kilomètres au nord, la succession observable au pas de l'Essaure montre un stade plus avancé de la transformation. Sur les calcaires barrémiens inférieurs (*Holcodiscus menglonensis*), reposent des calcaires à débris et dolomies, formant une première barre, puis sur le plateau, dans une dépression, se retrouvent en continuité évidente avec celle de Glandage et Bellemotte, les marnes barrémiennes; mais *elles se chargent en Orbitolines, Polypiers, Rudistes,* etc. (*Monopleura michaillensis, Toucasia, Cidaris cornifera*) et ressemblent tout à fait à la zone inférieure à Orbitolines des environs de Grenoble dont elles ne sont que la continuation au sud, comme on va le voir. Elles sont enfin surmontées par des calcaires à faciès urgonien qui représentent indubilablement le Bedoulien et m'ont fourni des Rudistes semblables à ceux que j'ai rapprochés des Caprinules. Plus loin, vers le nord-ouest, à la fontaine des Bachassons, on voit se développer à la base de ce complexe marneux à Orbitolines une couche à *Alectryonia rectangularis* qui, par les affleurements du Veymont, se rattache à celle de la base de la zone inférieure à Orbitolines que M. P. Lory a signalée à la Grande-Moucherolle. A cette latitude, le Barrémien inférieur est à l'état de marno-calcaires à Spatangues, tandis que la division calcaire du Barrémien supérieur est représentée par l'épaisse masse de l'Urgonien inférieur, l'assise à Orbitolines n'est autre que le niveau marneux pyriteux à *Heteroceras,* et le niveau supérieur des calcaires urgoniens, beaucoup plus mince que l'inférieur, correspond au Bedoulien. La série est alors tout à fait semblable à celle du Vercors et de la Chartreuse.

» La succession des faunes de Rudistes des différentes divisions de l'Urgonien est encore mal connue, je puis néanmoins présenter comme certaines les remarques suivantes : la masse inférieure est la moins étudiée, à côté de *Requienia ammonia* qui y débute et de *Monopleura* et *Matheronia* qui dérivent manifestement des formes valanginiennes, s'observent, presque localisé ici, le genre *Agria* et, au mont Granier notamment, des *Caprotines* (s. l.). Dans la zone à Orbitolines inférieure, débute *Toucasia carinata,* variété de petite taille avec *Requienia ammonia, Matheronia gryphoides,* et formes de ce groupe. Avec les calcaires supérieurs, d'âge bedoulien, se montre la faune de *Caprininés* que j'ai fait connaître ici dans de précédentes

Notes. A côté de *T. carinata* de taille moyenne et *R. ammonia* de grande taille, qui se rencontrent jusque dans les derniers bancs [Donzère (Drôme), Saint-Montant (Ardèche)], les *Monopleura* d'Orgon abondent (*M. depressa, M. trilobata*), les *Matheronia* géantes et encore inédites du groupe de *M. Virginiæ* apparaissent, les *Caprotines* (s. l.) y sont fréquentes, accompagnées à Saint-Montant d'*Ethra*, genre dont la présence n'avait été jusqu'ici signalée qu'à Orgon. Mais le trait caractéristique de la faune de ce niveau est l'apparition de *Caprininés* rappelant les *Caprines* et les *Caprinules* dont elles ne sont que les formes ancestrales. Après les avoir signalées d'abord à Châteauneuf (Drôme), je les ai rencontrées dans différents gisements (le Rimet, l'Archianne, etc.) et leur présence doit être assez fréquente à ce niveau qui, à en juger par ses *Ethra*, ses *Monopleura* et ses *Matheronia*, doit être celui qui à Orgon fournit la majeure partie des fossiles.

» Quant à la zone supérieure à Orbitolines, elle n'a guère livré que des *Gyropleura* inédites, mais c'est tout à fait à sa base que se recueille *Matheronia Virginiæ*.

» De cet exposé on peut tirer les conclusions suivantes : *Dans le Dauphiné, la masse inférieure de l'Urgonien et la zone à Orbitolines inférieure représentent un facies zoogène du Barrémien supérieur, la masse supérieure de calcaires doit être imputée à l'Aptien inférieur développé sous le même facies. Tandis que les* Agria *et les* Caprotines (s. l.) *se montrent dès la base, dans la partie barrémienne, les* Caprininés *n'apparaissent que dans le* Bedoulien *et leur présence témoigne des liens qui rattachent cet étage au Crétacé moyen.* »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 NOVEMBRE 1898.

Traité de Microbiologie, par M. E. DUCLAUX, Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur, Professeur à la Sorbonne et à l'Institut agrono-

mique. Tome II : *Diastases, toxines et venins*. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Les actualités chimiques. Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée, publiée sous la direction de M. Charles Friedel, de l'Institut. Rédacteur : M. Georges-F. Jaubert, Docteur ès Sciences. Tome III. N° 7. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Traité d'Astronomie stellaire, par Ch. André, Directeur de l'observatoire de Lyon, etc. Première Partie : *Étoiles simples*. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille, publiées sous la direction de M. le Prof. A.-F. Marion. Série II : *Bulletin. Notes zoologiques, géologiques, paléontologiques. Variétés*. Tome I, fascicule 1 (janvier-septembre 1898). Marseille, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lacaze-Duthiers.)

Les bases de la Météorologie dynamique : Historique, état de nos connaissances, par M. le Dr Hildebrand Hildebrandsson, Directeur de l'observatoire météorologique d'Upsal, etc., et M. Léon Teisserenc de Bort, Directeur de l'observatoire de Météorologie dynamique. Ve Livraison. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Les plantes à caoutchouc et à gutta dans les Colonies françaises, par Henri Jumelle, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille. Paris, Aug. Challamel, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

ERRATA.

(Séance du 7 novembre 1898.)

Note de M. *Gabriel Bertrand*, Action de la bactérie du sorbose sur les sucres aldéhydiques :

Page 729, ligne 4, *au lieu de* dextrose, *lisez* galactose. Même page, ligne 5, *au lieu de* galactose, *lisez* dextrose. Page 730, ligne 16, *au lieu de* — 0°.60′, *lisez* — 6°.00.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 NOVEMBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Relation qui existe, dans la bicyclette roulant sur un sol horizontal, entre le mouvement de progression et le mouvement d'inclinaison;* par M. **J. Boussinesq**.

« I. Dans la bicyclette, le point le plus bas, que j'appellerai K, de la roue *motrice* (ou roue de derrière) a pour lieu de ses positions successives sur le sol, que nous supposerons horizontal, une courbe tangente au plan médian de cette roue. Cette courbe, en y joignant la vitesse V avec laquelle elle est décrite, définit ce qu'on peut appeler le mouvement de *progression* de la bicyclette sur le sol. Le point le plus bas, que j'appellerai A, de la roue *directrice* (ou roue de devant) est d'ailleurs, à des écarts près négligeables, contenu dans le même plan et situé à une distance sensiblement invariable $KA = a$ du bas K de la roue motrice. De plus, le poids mg de tout le système, constitué presque entièrement par le cavalier et par le

cadre de la machine, peut être censé se trouver encore dans le même plan médian, un peu au-dessus du milieu de la selle, en un centre de gravité G situé à une distance sensiblement constante $GB = h$ de la base KBA de la bicyclette, et à une petite distance horizontale également donnée, $KB = b$, en avant du point inférieur K de la roue motrice.

» Pour simplifier, je supposerai ici la masse m du système également concentrée en G, me réservant d'indiquer les modifications qu'entraîne, dans la formule finale de cette Note, la dissémination effective de m tout autour de ce centre de gravité.

» Enfin, l'angle θ du plan médian KBAG de la roue motrice, ou de sa droite BG, avec la verticale, compté positivement ou négativement suivant que ce plan penche, ou non, vers le centre de courbure C de la trajectoire du point K, mesure *l'inclinaison* prise par la bicyclette, et qu'il faut, pour la stabilité, maintenir sans cesse entre d'assez étroites limites de part et d'autre de zéro.

» Nous choisirons, d'une part, sur le sol, un axe ox presque parallèle à l'arc croissant s décrit par le point K aux environs de l'époque t, et un axe normal oy dirigé, de même, presque suivant les sens des rayons de courbure correspondants R de cet arc; d'autre part, un axe oz vertical, s'élevant au-dessus du sol. Les coordonnées x, y du point K seront fonctions du temps t par l'intermédiaire de l'arc s, relativement auquel leurs dérivées successives s'écriront x' et y', x'' et y'', x''' et y''', etc. Quant à la dérivée première de s en t, ce sera la vitesse même V du mouvement progressif de la bicyclette; de sorte que x, y, x', y', ... se différentieront en t par la formule symbolique

$$(1) \qquad \frac{d}{dt} = \mathrm{V}\frac{d}{ds}.$$

» Dans le plan des xy, les cosinus directeurs de la tangente KBA seront x', y', le premier peu différent de 1, le second très petit; et ceux de la projection horizontale perpendiculaire $h\sin\theta$ de BG, cosinus dont le second est presque 1 (quand cette projection est positive), égaleront, par suite, $-y'$, x'. Dès lors, les coordonnées du point B seront $x + bx'$, $y + by'$, et celles de la projection horizontale de G les excéderont de $-hy'\sin\theta$, $hx'\sin\theta$. L'on aura donc pour les trois coordonnées, que j'appellerai ξ, η, ζ, du centre de gravité G, évidemment élevé de $h\cos\theta$ au-dessus du sol,

$$(2) \quad \xi = x + bx' - hy'\sin\theta, \qquad \eta = y + by' + hx'\sin\theta, \qquad \zeta = h\cos\theta.$$

» II. Cela posé, afin d'éliminer les réactions extérieures, exercées surtout aux deux points principaux K et A de contact de la bicyclette avec le sol à l'époque t, appliquons, à cet instant, le principe des moments au système, par rapport à la droite KA du sol; et imaginons l'axe des x choisi exactement parallèle à cette tangente particulière KA de l'arc s. Les deux composantes non parallèles à KA, $-m\frac{d^2\eta}{dt^2}$, $-m\frac{d^2\zeta}{dt^2}$, de l'inertie de la masse m, auront comme bras de levier (tendant à accroître θ) ζ, $-(\eta-y)$, ou $h\cos\theta$, $-h\sin\theta$; et le poids mg aura de même le bras de levier $h\sin\theta$. L'équation des moments sera donc, après division par mh,

$$g\sin\theta-\frac{d^2\eta}{dt^2}\cos\theta+\frac{d^2\zeta}{dt^2}\sin\theta=0,$$

ou, vu la différentiation immédiate de $\zeta=h\cos\theta$,

$$(3)\qquad g\sin\theta-\frac{d^2\eta}{dt^2}\cos\theta-h\frac{d^2\theta}{dt^2}\sin^2\theta-h\frac{d\theta^2}{dt^2}\cos\theta\sin\theta=0.$$

» Reste à différentier deux fois en t, grâce à la formule symbolique (1), la valeur (2) de η. Il vient d'abord, comme dérivée première,

$$Vy'+bVy''+hVx''\sin\theta+hx'\frac{d\theta}{dt}\cos\theta,$$

et, comme dérivée seconde,

$$\frac{dV}{dt}y'+V^2y''+b\left(\frac{dV}{dt}y''+V^2y'''\right)$$
$$+h\left(\frac{dV}{dt}x''+V^2x'''\right)\sin\theta+2hVx''\frac{d\theta}{dt}\cos\theta+hx'\left(\frac{d^2\theta}{dt^2}\cos\theta-\frac{d\theta^2}{dt^2}\sin\theta\right).$$

» Celle-ci se simplifie beaucoup, à raison des formules données par deux différentiations en s de l'identité $x'^2+y'^2=1$, qui définit la variable s, et par une différentiation en t de l'expression $x''^2+y''^2$ du carré $\frac{1}{R^2}$ de la courbure. Ces formules

$$x'x''+y'y''=0,\qquad x'x'''+y'y'''+x''^2+y''^2=0,$$
$$V(x''x'''+y''y''')=\frac{1}{R}\frac{d\frac{1}{R}}{dt},$$

se réduisent, attendu que $x'=1$ et $y'=0$ en K, à

$$x''=0,\qquad x'''=-y''^2,\qquad Vy''y'''=\frac{1}{R}\frac{d\frac{1}{R}}{dt};$$

d'où il résulte, ainsi que de l'expression ci-dessus du carré de la courbure, et vu le signe évidemment positif de y'' (d'après le choix fait de l'axe des y),

$$y'' = \frac{1}{R} \text{ et } Vy''' = \frac{d\frac{1}{R}}{dt}.$$

Donc la valeur, changée de signe, de la dérivée seconde de η, à substituer dans (3), est

$$(4) \quad -\frac{d^2\eta}{dt^2} = -\frac{V^2}{R}\left(1 - \frac{h}{R}\sin\theta\right) - b\frac{d\frac{V}{R}}{dt} - h\frac{d^2\theta}{dt^2}\cos\theta + h\frac{d\theta^2}{dt^2}\sin\theta.$$

» Portons enfin cette valeur dans (3) et observons que, l'angle θ devant rester très petit, on peut le substituer à son sinus, réduire son cosinus à l'unité, et réduire aussi à l'unité, dans le second terme de (4), le facteur binome entre parenthèses, à raison de la petitesse tant de θ que du rapport de h à R. L'équation (3), divisée par h, devient alors

$$(5) \quad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{b}{h}\frac{d\frac{V}{R}}{dt} = \frac{g}{h}\theta - \frac{V^2}{hR}.$$

» III. Telle est la relation annoncée entre le mouvement progressif de la bicyclette, défini dans son état actuel par V quant à la vitesse, par R quant à la trajectoire, et son mouvement d'inclinaison, défini par l'angle θ du plan de la roue motrice avec la verticale. La mise en compte de la non-concentration effective de la masse m en G a pour seuls effets d'y faire substituer : 1° à la constante h, la longueur effective, que nous appellerons h', du pendule composé constitué par tout le système, dans sa rotation autour de la base KA, et, 2° à la petite distance b, la somme

$$(6) \quad b' = b + \frac{1}{h}\int ij\frac{dm}{m},$$

où i, j sont, dans le plan médian KGA, les deux coordonnées horizontale et perpendiculaire qui définissent, en projection sur ce plan médian, la situation de chaque élément dm de la masse m, ces coordonnées étant comptées à partir du centre de gravité G. On reconnaît aisément que cette somme b' croît, dans chacune de ses deux parties, quand le cavalier se penche en avant.

» IV. Les dérivées premières, en t, des deux variables V, R caractéris-

tiques du mouvement progressif, dépendent immédiatement de la volonté du cavalier et constituent, entre certaines limites, deux fonctions arbitraires du temps, laissées à sa disposition non seulement pour se diriger et avancer, mais aussi pour éviter toute exagération dangereuse de θ. En effet, l'accélération, $\frac{dV}{dt}$, du mouvement de rotation de la roue motrice à sa circonférence est en rapport direct avec l'action des pieds du cavalier sur les pédales; et, d'autre part, le changement survenu, d'un instant à l'autre, dans le rayon R de courbure, traduit d'une manière tout aussi directe l'action de ses mains, qui règlent, grâce au guidon, le petit angle α fait, sur le sol, par le plan de la roue directrice avec la trace KA du plan de la roue motrice. Car il faut remarquer que, l'extrémité A de la tangente KA à l'arc s se mouvant tangentiellement à la trace du premier de ces plans, la normale AC à cette trajectoire va couper, sous le même angle α, la normale KC à la trajectoire de l'extrémité K. Or l'on reconnaît aisément que l'intersection C de ces deux normales, centre instantané de rotation de KA, se confond avec le centre de la courbure, en K, de l'arc s.

» Effectivement, les coordonnées variables de A sont $x + ax'$, $y + ay'$; et leurs dérivées en s, entre elles comme les cosinus directeurs de la trajectoire du point A, sont $x' + ax''$, $y' + ay''$. Les deux normales KC, AC aux trajectoires ont, dès lors, comme équations respectives (X, Y désignant les coordonnées courantes),

$$\left\{\begin{array}{l}(X - x)x' + (Y - y)y' = 0,\\(X - x - ax')(x' + ax'') + (Y - y - ay')(y' + ay'') = 0;\end{array}\right.$$

et l'on reconnaît aisément que leur point (X, Y) commun est indépendant de a, ou le même que celui des deux normales

$$\left\{\begin{array}{l}(X - x)x' + (Y - y)y' = 0,\\(X - x - x'\,ds)(x' + x''\,ds) + (Y - y - y'\,ds)(y' + y''\,ds) = 0,\end{array}\right.$$

menées aux deux points voisins (x, y), $(x + x'\,ds, y + y'\,ds)$ de l'arc s, et qui est le centre C de courbure.

» Le triangle rectangle CKA donne, dès lors, $KA = a = R \tang\alpha$, ou, à raison de la petitesse de α, $a = R\alpha$. Alors l'équation (5), où il est préférable de faire figurer, au lieu de R, l'angle α qui exprime d'une manière presque immédiate l'action des mains du cavalier, devient

$$(7)\qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{b'}{ah'}\frac{d.V\alpha}{dt} = \frac{g}{h'}\theta - \frac{V^2\alpha}{ah'}.$$

» J'y ai substitué, d'ailleurs, à b et à h, les longueurs b' et h', corrigées à raison de la dissémination de la masse m du système autour du centre de gravité G. »

M. **Ad. Carnot** fait hommage à l'Académie d'une Brochure intitulée : « Sur de nouvelles méthodes d'analyse minérale ». (Extrait du huitième fascicule de 1898 des *Annales des Mines*.)

Cette Brochure contient l'exposé d'un grand nombre de méthodes analytiques données par l'auteur, en dehors de celles qui ont été publiées précédemment dans le même Recueil.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Th. Timbaud** adresse un Mémoire relatif à un « projet d'enlèvement et de destruction des ordures ménagères ».

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie qu'il a désigné MM. *Cornu* et *Sarrau* pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1898-1899, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. **Depéret**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Sur une méthode différentielle propre à déterminer les variations de la latitude et la constante de l'aberration*. Note de M. **G. Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

« Depuis assez longtemps on avait été conduit à penser que la latitude peut subir en un même lieu des changements appréciables; mais ce n'est guère que dans les dix dernières années qu'il a été fait des déterminations

systématiques pour étudier cette variation, qui intéresse à la fois l'Astronomie, la Géodésie et la Géologie.

» On a trouvé ainsi que la latitude d'un lieu peut varier de $\pm 0'', 25$, quantité extrêmement faible et qu'on ne dégage qu'avec beaucoup de peine des erreurs multiples dont les observations sont affectées.

» Ces variations de la latitude ont été étudiées soit à l'aide de cercles méridiens, soit par la méthode dite de Horrebow-Talcott. Les latitudes obtenues avec des cercles méridiens sont affectées des causes d'erreur qui accompagnent d'ordinaire les déterminations absolues. La méthode de Horrebow-Talcott passe généralement pour donner ici des résultats plus certains; elle tire cet avantage de ce qu'elle est, en quelque sorte, demi-différentielle. Cependant l'expérience a montré qu'elle n'est pas exempte d'erreurs diverses que nous n'avons pas à examiner ici.

» D'ailleurs aucune de ces deux méthodes ne comporte l'emploi d'instruments puissants, de sorte que les déviations cherchées, de $0'', 25$ environ, sont déterminées avec des objectifs dont le pouvoir séparateur ne dépasse guère $1''$.

» La méthode suivante, qui est purement différentielle, paraît exempte de la plupart des causes d'erreur; en outre, elle permet d'employer des objectifs de plus grande puissance optique.

» Une lunette vise le nadir sur un bain de mercure qui réfléchit à la fois dans la lunette l'image du réticule et l'image des étoiles voisines du zénith. Cette lunette est munie d'un micromètre dont la vis, placée dans le méridien, permet de mesurer les distances zénithales au moment de la culmination.

» Avec cette disposition, chaque observation complète pourra se faire de la manière suivante :

» 1° Quelques instants avant le passage au méridien de l'étoile considérée, pointer un fil sur son image réfléchie, ce qui donnera la position de la verticale;

» 2° Pointer l'étoile aux environs de la culmination, pendant qu'elle traverse le champ;

» 3° Pointer de nouveau le nadir, afin de s'assurer que l'instrument est resté bien immobile.

» Dans la pratique, on pourra être amené à observer des étoiles assez distantes du zénith, de $20'$ par exemple. Cette distance est bien grande, pour être mesurée avec la précision que l'on veut atteindre ici; mais il n'est pas nécessaire de mesurer les valeurs absolues de ces distances : il

suffit de mesurer leurs variations, qui sont très faibles. Pour cela, le cadre du micromètre mené par la vis sera muni d'un certain nombre de fils parallèles entre eux et amenés à être perpendiculaires au méridien; l'un de ces fils servira pour la détermination du nadir, et un des autres (celui qui se trouvera le mieux placé) servira pour pointer l'étoile. Ensuite, la distance de ces deux fils pourra se mesurer avec une très grande précision, par coïncidence avec un même fil fixe.

» D'ailleurs, on aura soin d'employer un oculaire donnant un grossissement assez fort, et qui devra être mobile dans le sens du méridien.

» On voit que ce procédé, qui n'exige pas d'instrument spécial, permet de rapporter directement chaque étoile à la verticale; il est indépendant de la stabilité de la lunette; comme il n'emploie que des étoiles zénithales, il est indépendant de la réfraction; enfin, autant que possible, il est indépendant aussi des ondulations atmosphériques, si nuisibles à la précision des pointés.

» Comme il permet de déterminer avec une grande exactitude les variations des déclinaisons des étoiles, il peut fournir les valeurs des constantes dont dépendent ces variations, notamment la *constante de l'aberration*.

» Le bain de mercure doit être plus ou moins éloigné de l'objectif, suivant l'ouverture de la lunette employée et suivant la distance zénithale, toujours très petite, des étoiles visées. Il est facile de voir qu'en appelant

d le diamètre extérieur de la lunette à l'objectif,
D la distance de l'objectif au bain de mercure,
ζ la distance zénithale de l'étoile considérée,

la valeur minima de D, pour que toutes les parties de l'objectif reçoivent la lumière de l'étoile, est donnée par la relation

$$\tang\zeta = \frac{d}{2D}.$$

» Ainsi, pour une lunette de $0^m,10$ de diamètre extérieur et une étoile située à $0^\circ 20'$ du zénith, le bain de mercure devra être placé à $8^m,6$ au moins de l'objectif Avec une hauteur de 100^m et une étoile située à $0^\circ 10'$ du zénith, on pourrait employer une lunette de $0^m,58$ de diamètre.

» La distance assez grande qui doit séparer l'objectif du bain de mercure peut limiter, dans bien des cas, l'emploi de ce procédé. Mais une disposition réalisée dès l'origine à l'Observatoire de Paris permet de l'ap-

pliquer avec facilité, car cet Observatoire est percé dans toute sa hauteur d'une ouverture d'environ 1^m de diamètre, et qui plonge jusqu'au sol des caves : on pourrait donc y placer le bain de mercure à 55^m environ en contre-bas de l'objectif. Dès maintenant cette ouverture est libre sur une hauteur de 15^m, et les essais vont être commencés avec une lunette de $0^m,07$ d'ouverture.

» On ne manquera pas, sans doute, d'étoiles convenablement placées, car, en relevant toutes celles qui actuellement culminent à moins de $0°30'$ du zénith de cet Observatoire, on trouve

35	étoiles de grandeur	6,0	ou plus brillantes,
133	»	7,0	»
408	»	8,0	»

ASTRONOMIE. — *Sur la mesure des petits diamètres.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Lorsqu'on recouvre l'objectif d'une lunette d'un écran, dans lequel sont pratiquées deux fentes étroites égales et parallèles, l'image des étoiles se présente, au foyer de l'instrument, sous forme de bandes alternativement brillantes et obscures, espacées dans le sens de l'écartement des fentes. Ce phénomène est dû à l'interférence des deux faisceaux lumineux synchrones qui traversent l'écran. La netteté de ces franges n'est pas en général parfaite, lorsque l'on examine avec l'appareil une source lumineuse d'étendue angulaire sensible. Il arrive même que les maxima et les minima d'intensité de l'image disparaissent, pour faire place à un éclairement uniforme, lorsque les fentes ont un écartement convenable, fonction du diamètre.

» Cette remarque, faite par Fizeau ([1]), ramène en principe la mesure du diamètre d'un petit astre à la détermination de la distance des fentes qui correspond à l'évanouissement des franges.

» La théorie complète du phénomène a été faite par M. Michelson ([2]) qui a vérifié expérimentalement les résultats du calcul. M. Michelson a établi que les franges disparaissent et reparaissent, à intervalles réguliers, lorsque l'on écarte progressivement les fentes. Mais leur netteté est de

([1]) *Comptes rendus,* 1er semestre, 1868. Rapport sur le prix Bordin.
([2]) *Memoirs of the national Academy of Washington,* t. V; 1891.

plus en plus faible, à mesure que le numéro d'ordre de leur apparition s'élève. Celles du second ordre sont déjà peu distinctes.

» En appelant l la distance des fentes qui correspond au premier évanouissement des franges, λ la longueur d'onde $0^{\mu},5$ des rayons les plus visibles du spectre, le diamètre ε est donné par la formule

$$(1) \qquad \varepsilon = \frac{\lambda}{l \sin 1''} \times 1'',22.$$

» Auparavant, M. Stéphan avait donné une formule approchée pour évaluer le diamètre [1], formule demeurant applicable lorsque l'on substitue aux fentes étroites des ouvertures étendues possédant deux axes de symétrie et de largeur petite par rapport à l'écartement de leurs centres;

» J'ai moi-même démontré [2] que la formule de M. Michelson est valable pour des fentes rectangulaires de longueur arbitraire et de largeur petite par rapport à l'écartement de leurs centres.

» L'application de la méthode aux astres faibles se heurte à une grosse difficulté. La quantité de lumière qui traverse l'écran est insuffisante pour que l'œil puisse discerner les franges. J'ai été conduit, pour obvier à cet inconvénient, à donner aux fentes une largeur atteignant une fraction très notable de l'écartement de leurs centres. La formule (1) cesse alors d'être valable. Il faut y apporter une correction que j'ai calculée en faisant la supposition que l'observation porte uniquement sur la disparition des franges immédiatement voisines de la frange centrale.

» Si l'on observe l'image dans le sens de l'écartement des fentes, l'intensité lumineuse dans une direction faisant un angle θ avec le centre est proportionnelle à l'expression

$$(2) \qquad I = \int_{-\frac{\varepsilon}{2}}^{+\frac{\varepsilon}{2}} \sqrt{\varepsilon^2 - 4\omega^2} \left(\frac{\sin \pi \frac{\omega - \theta}{\lambda} a}{\pi \frac{\omega - \theta}{\lambda} a} \right)^2 \cos^2 \left(\pi \frac{\omega - \theta}{\lambda} l \right) d\omega,$$

en appelant a la largeur de chacune des fentes, que nous supposons rectangulaires, et l l'écartement de leurs centres.

» Lorsque le rapport $\frac{a}{l}$ est petit, le facteur $\dfrac{\sin \pi \frac{\omega - \theta}{\lambda} a}{\pi \frac{\omega - \theta}{\lambda} a}$ est sensiblement

---

(1) *Comptes rendus*, 1er semestre 1874.

(2) *Bulletin astronomique*, 1893 et 1894.

égal à 1, pour les valeurs de θ qu'il y a lieu de considérer dans le voisinage du centre; l'expression de I peut alors se ramener à une forme simple, en remplaçant ce facteur par l'unité. On trouve qu'il y a des maxima et minima d'intensité, et que les franges comprenant la frange centrale, pour laquelle $\theta = 0$, correspondent à $\theta = \pm \frac{1}{2}\frac{\lambda}{l}$. En posant

$$V = \frac{4}{\pi}\int_0^1 \sqrt{1 - w^2}\cos\frac{\pi l \varepsilon w}{\lambda}\, aw,$$

on reconnaît que les franges s'évanouissent lorsque V est nul. C'est la considération de l'équation $V = 0$ qui a conduit M. Michelson aux résultats que nous avons énoncés plus haut, en faisant usage des Tables de Sir G. Airy donnant V pour différentes valeurs de l'argument $\frac{l\varepsilon}{\lambda}$ (1). La formule (1) en particulier correspond à la racine 1,22... de V.

» Lorsque le rapport $\frac{a}{l}$ n'est pas une petite fraction, on ne peut plus remplacer par 1 le facteur $\dfrac{\sin \pi \frac{\omega - \theta}{\lambda} a}{\pi \frac{\omega - \theta}{\lambda} a}$, même pour les valeurs de θ qui correspondent aux franges immédiatement voisines du centre. Il convient alors : 1° de développer l'expression (2) de I suivant les puissances de $\frac{a}{l}$ ainsi que les racines de $\frac{\partial I}{\partial \theta}$ qui se réduisent à $\pm \frac{1}{2}\frac{\lambda}{l}$, pour $\frac{a}{l} = 0$; 2° de calculer les valeurs de I correspondant à ces racines et à $\theta = 0$, puis d'écrire qu'elles sont égales; 3° de tirer le développement de la racine qui se réduit à 1,22..., pour $\frac{a}{l} = 0$ de l'équation en $\frac{l\varepsilon}{\lambda}$ ainsi obtenue. L'application de la série de Lagrange permet de simplifier notablement les calculs. Les opérations conduisent à évaluer des intégrales de la forme

$$\left.\begin{aligned} I_{2p} &= \int_0^1 w^{2p}\sqrt{1 - w^2}\cos 2mw\, dw, \\ J_{2p+1} &= \int_0^1 w^{2p+1}\sqrt{1 - w^2}\sin 2mw\, dw \end{aligned}\right\} \quad p \geq 0,$$

(1) Voir Mascart, *Traité d'Optique*, t. I, p. 309.

qui se ramènent aux suivantes

$$I_0 = \int_0^1 \sqrt{1-w^2}\cos 2mw\,dw,$$

$$J_1 = \int_0^1 w\sqrt{1-w^2}\sin 2mw\,dw.$$

» Les Tables d'Airy fournissent I_0 et la valeur de J_1 se trouve en différentiant, par rapport à m, la série employée pour le calcul de ces Tables.

» En appelant l la distance des centres des fentes, mesurée au moment où l'évanouissement des franges se produit et évaluée en millimètres, le diamètre, exprimé en secondes d'arc, est donné par l'expression

$$l\varepsilon = 126'',1 + 96'',5\left(\frac{a}{l}\right)^2 + \dots,$$

dans laquelle les termes négligés contiennent en facteur $\left(\frac{a}{l}\right)^2$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques types intégrables d'équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Darboux.

« En cherchant à former directement des équations aux dérivées partielles du second ordre, intégrables par la méthode de M. Darboux, j'ai été conduit à rechercher toutes les équations du second ordre de la forme

$$(1) \qquad s = f(x, y, z, p, q),$$

pour lesquelles les équations différentielles de chacun des systèmes de caractéristiques admettent une combinaison intégrable, renfermant les dérivées du second ordre.

» Si l'on fait abstraction des équations de la forme (1), intégrables par la méthode de Monge, des équations linéaires et, plus généralement, des équations qui appartiennent à la classe étudiée par M. Moutard, toutes les équations (1), qui jouissent de la propriété en question, peuvent, par quelques transformations simples, se ramener à l'une des *cinq* formes suivantes :

$$1^\circ \qquad s = \frac{2\sqrt{pq}}{x+y};$$

je me suis déjà occupé de cette équation (*Bulletin de la Société mathématique*, t. XXV; 1897), et j'ai donné l'intégrale générale sous forme entièrement explicite;

2°
$$s = F(z)\sqrt{1+p^2}\sqrt{1+q^2},$$

$F(z)$ étant une fonction de z qui satisfait à la condition

$$\frac{\partial^2 \log F}{\partial z^2} = F^2;$$

on peut se borner aux deux cas de $F = \frac{1}{z}$, $F = \frac{1}{\sin z}$, auxquels se ramènent tous les autres;

3°
$$sz + \varphi(x, p)\psi(y, q) = 0,$$

où les fonctions $\varphi(x, p)$, $\psi(y, q)$ satisfont respectivement aux deux relations

$$\frac{\partial\varphi}{\partial p} = \frac{p}{\varphi} + k, \qquad \frac{\partial\psi}{\partial q} = \frac{q}{\psi} + k,$$

k désignant une constante quelconque;

» 4°
$$s = e^z\sqrt{xp^2 + p};$$

» 5°
$$s = \frac{\varphi(p)\psi(q)}{x+y},$$

$\varphi(p)$ et $\psi(q)$ étant racines des deux équations transcendantes

$$\varphi(p) = 1 + e^{p-\varphi(p)}, \qquad \psi(q) = 1 + e^{q-\psi(q)};$$

l'intégrale générale de cette dernière équation est représentée par la formule

$$z = (x+y)\,L\left(\frac{x+y}{X+Y}\right) + \int L(-X')\,dx + \int L(-Y')\,dy,$$

X étant une fonction arbitraire de x et Y une fonction arbitraire de y. Pour faire disparaître les deux signes de quadrature, il suffira de poser

$$X' = -e^{\alpha}, \qquad Y' = -e^{\beta}, \qquad x = F'(\alpha) + F''(\alpha), \qquad y = \Phi'(\beta) + \Phi''(\beta),$$

α et β désignant deux paramètres variables, $F(\alpha)$ et $\Phi(\beta)$ deux nouvelles fonctions arbitraires. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes orthogonaux.* Note de M. **Tzitzéica**, présentée par M. Darboux.

« Considérons dans l'espace trois points : $M_i(x_i, y_i, z_i)$ $(i = 1, 2, 3)$, où x_i, y_i, z_i sont des fonctions de trois variables ρ_1, ρ_2, ρ_3 telles que l'on ait

$$(1) \qquad \frac{\partial x_i}{\partial \rho_k} = \alpha_{ik}(x_i - x_k), \qquad \frac{\partial y_i}{\partial \rho_k} = \alpha_{ik}(y_i - y_k), \qquad \frac{\partial z_i}{\partial \rho_k} = \alpha_{ik}(z_i - z_k)$$
$$(i \neq k = 1, 2, 3).$$

On obtient ainsi une figure qu'on peut aussi définir de la manière suivante : si l'on a un plan

$$ux + vy + wz + p = 0,$$

dont les paramètres u, v, w, p satisfont à un système de Laplace

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial \rho_i \partial \rho_k} = A_{ik} \frac{\partial \theta}{\partial \rho_i} + A_{ki} \frac{\partial \theta}{\partial \rho_k} \qquad (i \neq k = 1, 2, 3),$$

et si l'on en prend l'enveloppe quand, respectivement, $\rho_1 =$ const., $\rho_2 =$ const., $\rho_3 =$ const., on trouve sur ce plan trois points de contact qui sont dans la situation géométrique définie par (1).

» On voit immédiatement de (1) que pour $\rho_i =$ const. la droite $M_i M_k$ décrit une congruence dont M_i et M_k sont les foyers (Darboux, *Géométrie*, IVe Partie, p. 267).

» Considérons maintenant le point $M(x, y, z)$ pour lequel on a

$$(3) \qquad \frac{\partial x}{\partial \rho_i} = \beta_i(x - x_i), \qquad \frac{\partial y}{\partial \rho_i} = \beta_i(y - y_i), \qquad \frac{\partial z}{\partial \rho_i} = \beta_i(z - z_i)$$
$$(i = 1, 2, 3),$$

les conditions d'intégrabilité étant supposées satisfaites.

» Un calcul simple montre que x, y, z satisfont à un système de la forme (2), ce qui signifie que pour $\rho_i =$ const. le point M décrit une surface sur laquelle les courbes $\rho_i =$ const. et $\rho_k =$ const. tracent un réseau conjugué. Nous dirons que le point M décrit un système triplement conjugué.

» Cela étant, prenons le cas spécial de la figure $M_1 M_2 M_3$ où les congruences décrites par les droites $M_2 M_3$, $M_3 M_1$, $M_1 M_2$ quand, respecti-

vement, $\rho_1 = \text{const.}$, $\rho_2 = \text{const.}$, $\rho_3 = \text{const.}$ sont toujours cycliques. On peut faire alors une classification pour les systèmes triplement conjugués définis par (3). Pour cela, nous introduisons la notation suivante : Nous désignons par Ω_i le système triplement conjugué décrit par un point $M(x, y, z)$, si le système de la forme (2) auquel satisfont x, y, z admet i autres solutions $R_1, R_2, \ldots, R_i$ telles que $x^2 + y^2 + z^2 - R_1^2 - \ldots - R_i^2$ soit aussi une solution. On obtient alors les systèmes suivants :

» 1° Deux systèmes triplement orthogonaux, les points qui les décrivent sont symétriques par rapport au plan $M_1 M_2 M_3$;

» 2° Une infinité de systèmes triplement conjugués Ω_1; les points qui décrivent de tels systèmes sont *tous* distribués sur la droite D perpendiculaire au plan $M_1 M_2 M_3$ au point de rencontre des hauteurs de ce triangle;

» 3° Dans le cas général tous les autres sont Ω_2.

» Il résulte de ce qui précède, et d'une manière naturelle, une transformation curieuse des systèmes orthogonaux due à Ribaucour (*Bull. de la Soc. philomathique*, p. 26; 1869) : Étant donné un système triplement orthogonal décrit par le point $M(x, y, z)$, considérons les trois points M_1, M_2, M_3 définis par

$$x_i = x - \frac{R}{\frac{\partial R}{\partial \rho_i}} \frac{\partial x}{\partial \rho_i} \qquad (i = 1, 2, 3),$$

et deux équations analogues pour y_i et z_i, où R est une solution du système auquel satisfont x, y, z et $x^2 + y^2 + z^2$. Le symétrique du point M par rapport au plan $M_1 M_2 M_3$ décrit un nouveau système orthogonal. »

ANALYSE. — *Sur la multiplication complexe des fonctions abéliennes.* Note de M. G. Humbert, présentée par M. Jordan.

« Le problème de la multiplication complexe des fonctions abéliennes de genre deux peut être posé comme il suit :

» *Soit* $\varphi(u, v)$ *une fonction abélienne aux périodes* $\begin{pmatrix} 0 & 1 & g & h \\ 1 & 0 & h & g' \end{pmatrix}$; *on pose*

$$(1) \qquad U = \lambda u + \mu v, \qquad V = \lambda' u + \mu' v;$$

on demande dans quel cas la fonction $\varphi(U, V)$ *pourra s'exprimer rationnellement à l'aide des fonctions abéliennes en* u, v *admettant les périodes précédentes.*

» Cela revient à dire que U, V augmentent d'une de ces périodes quand u, v augmentent d'une période, et l'on en conclut aisément, en désignant par a_i, b_i, c_i, d_i des entiers, que g, h, g' vérifient des relations de la forme

$$\begin{aligned}
&(\mathrm{A})\quad g^2 a_3 + gh(a_2+b_3) + h^2 b_2 + g(a_0-d_3) + h(b_0-d_2) - d_0 = 0,\\
&(\mathrm{B})\quad gha_3 + gg'a_2 + h^2 b_3 + hg'b_2 + ga_1 + h(b_1-d_3) - g'd_2 - d_1 = 0,\\
&(\mathrm{C})\quad gha_3 + gg'b_3 + h^2 a_2 + hg'b_2 - gc_3 + h(a_0-c_2) + g'b_0 - c_0 = 0,\\
&(\mathrm{D})\quad h^2 a_3 + hg'(a_2+b_3) + g'^2 b_2 + h(a_1-c_3) + g'(b_1-c_2) - c_1 = 0.
\end{aligned}$$

» Ces relations ne sont des identités que si $\mu = \lambda' = 0$ et $\lambda = \mu' = 1$, ce qui est le cas de la multiplication ordinaire.

» Si l'on désigne par A, B, C, D les premiers membres des quatre relations ci-dessus, on trouve identiquement

$$\begin{aligned}
&\mathrm{A}(a_1 + a_3 h + a_2 g') - \mathrm{B}(a_0 + a_3 g + a_2 h)\\
&\quad + \mathrm{C}(b_1 + b_3 h + b_2 g') - \mathrm{D}(b_0 + b_3 g + b_2 h) = \mathrm{F}_1,\\
&\mathrm{A}(a_3 h + b_3 g' - c_3) + \mathrm{B}(a_2 h + b_2 g' - c_2)\\
&\quad - \mathrm{C}(a_3 g + b_3 h - d_3) - \mathrm{D}(a_2 g + b_2 h - d_2) = \mathrm{F}_2,
\end{aligned}$$

en posant

$$\begin{aligned}
\mathrm{F}_1 &= (h^2 - gg')(\overline{a_2 d_3} + \overline{b_2 c_3}) + g(\overline{a_3 d_1} + \overline{b_3 c_1})\\
&\quad + g'(\overline{a_0 d_2} + \overline{b_0 c_2}) + h(\overline{a_0 d_3} + \overline{b_0 c_3} - \overline{a_1 d_2} - \overline{b_1 c_2}) + \overline{a_0 d_1} + \overline{b_0 c_1},\\
\mathrm{F}_2 &= (h^2 - gg')(\overline{b_0 a_3} + \overline{b_1 a_2}) + g(\overline{c_0 a_3} + \overline{c_1 a_2})\\
&\quad + g'(\overline{b_0 d_3} + \overline{b_1 d_2}) + h(\overline{c_0 b_3} + \overline{a_0 d_3} - \overline{a_2 d_1} - \overline{b_1 c_2}) + \overline{d_0 c_3} + \overline{d_1 c_2},
\end{aligned}$$

où l'on écrit pour abréger $\overline{a_2 d_3} = a_2 d_3 - a_3 d_2, \ldots$.

» Si les coefficients des termes en $h^2 - gg'$, g, g', h et le terme constant sont nuls dans F_1 (et par suite dans F_2), la transformation (1) est une transformation ordinaire d'Hermite : c'est le seul cas de multiplication complexe qui ait, à notre connaissance, été étudié; on voit qu'il est loin d'être le plus général, et il ne semble pas que, même dans ce cas, on ait donné des résultats précis sur la détermination des périodes de multiplication complexe.

» Cela posé, appelons *relation de forme canonique entre les périodes* une relation du type

$$(2)\quad \alpha g + \beta h + \gamma g' + \delta(h^2 - gg') + \varepsilon = 0 \qquad (\beta^2 - 4\alpha\gamma - 4\delta\varepsilon > 0),$$

où α, β, ..., ε sont des entiers; on peut énoncer, relativement aux périodes de multiplication complexe, les propositions suivantes :

» 1° *Si les équations fondamentales* (A), (B), (C), (D) *se réduisent à une seule, c'est-à-dire si g, h, g' sont doublement indéterminés, la relation entre g, h, g' est nécessairement canonique.*

» 2° *Si les équations fondamentales se réduisent à deux, c'est-à-dire si g, h, g' sont simplement indéterminés, les relations entre g, h, g' sont deux relations canoniques.*

» 3° *Si les équations fondamentales déterminent complètement g, h, g', il existe entre g, h, g' une ou trois relations canoniques.*

» Il est aisé dès lors de trouver les multiplications complexes correspondant à chaque cas.

» Dans le premier cas, la relation entre g, h, g' peut se ramener, comme je l'ai indiqué précédemment, à la forme $\alpha g + \beta h + \gamma g' = 0$, et les multiplications complexes sont données par les formules

$$U = lu + k\gamma v, \qquad V = -k\alpha u + (l - k\beta)v,$$

l et k étant deux entiers quelconques. A un système (u, v) correspond un seul système (U, V); inversement, à un système (U, V) correspondent $(l^2 - \beta kl + k^2\alpha\gamma)^2$ systèmes (u, v). La multiplication complexe est une transformation ordinaire d'Hermite dans le cas où $k(2l - \beta k)$ est nul; $k = 0$ correspond à la multiplication ordinaire.

» Dans le second cas, celui de deux relations canoniques, on peut ramener ces relations à la forme

$$h^2 - gg' = E, \qquad \alpha g + \beta h + \gamma g' - \delta = 0$$

avec les conditions $\beta^2 - 4\alpha\gamma > 0$, $E > 0$, $E(\beta^2 - 4\alpha\gamma) - \delta^2 > 0$; les multiplications complexes sont comprises dans les formules

$$\begin{aligned} U &= [\quad a_0 + \sigma\alpha g + (\sigma\beta - b_3)h]u + (\quad \theta\gamma + b_3 g + \sigma\gamma h)v, \\ V &= [-\theta\alpha + \sigma\alpha h + (\sigma\beta - b_3)g']u + (a_0 - \theta\beta + b_3 h + \sigma\gamma g')v, \end{aligned}$$

a_0, σ, θ, b_3 étant des entiers quelconques. A un système (u, v) correspond toujours un seul système (U, V), et à (U, V) correspondent

$$[a_0^2 - a_0\theta\beta + \alpha\gamma\theta^2 + \delta(a_0\sigma - \beta\theta\sigma + b_3\theta) - E(b_3^2 - b_3\sigma\beta + \sigma^2\alpha\gamma)]^2$$

systèmes (u, v).

» Dans le troisième cas, il existe entre g, h, g' trois relations, dont une

ou trois sont canoniques. S'il y a trois relations canoniques, les résultats sont analogues à ceux du cas précédent, mais un peu plus compliqués. S'il y a une seule relation canonique, elle peut être ramenée au type

$$g + h + \gamma g' = 0,$$

et les deux autres relations sont de la forme

$$\begin{aligned} &Mg^2 + 2Ngh + (N - \gamma M)h^2 + (R + \lambda)g + \lambda\gamma h + S_1 = 0, \\ &Mh^2 + 2Nhg' + (N - \gamma M)g'^2 \qquad - \lambda h + Rg' + S_2 = 0, \end{aligned}$$

où les coefficients sont entiers et assujettis seulement à vérifier deux inégalités, auxquelles il est toujours possible de satisfaire par le choix des deux coefficients S_1 et S_2, les autres étant quelconques.

» Les formules de multiplication complexe correspondantes s'en déduisent aisément.

» Si, des relations entre les périodes, on veut passer aux relations entre les modules, lesquelles sont toujours algébriques, le problème est plus difficile. Dans le cas des relations canoniques, j'ai indiqué précédemment, pour traiter la question, une méthode fondée sur l'étude des courbes particulières qui existent alors sur les surfaces de Kummer correspondantes. »

PHYSIQUE. — *L'équivalent mécanique de la calorie et les chaleurs spécifiques des gaz.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

« La méthode de R. Mayer a été bien souvent appliquée au calcul de l'équivalent mécanique de la calorie. On sait combien sont variés les résultats obtenus; mais, en général, ils surpassent notablement ceux que fournissent les méthodes directes. M. Violle, par exemple, appliquant le calcul à l'air, trouve 432,5 kilogrammètres.

» Bien que cette méthode ne soit pas susceptible actuellement d'une grande précision, il convient peut-être de rechercher la cause d'écarts aussi importants.

» *Formule.* — On démontre aisément la formule bien connue

$$(1) \qquad C - c = \frac{T}{E}\frac{\partial p}{\partial t}\frac{\partial v}{\partial t}.$$

» Désignons par α et β les coefficients de dilatation $\frac{1}{v}\frac{\partial v}{\partial t}$ et $\frac{1}{p}\frac{\partial p}{\partial t}$, et par

μ le coefficient de compressibilité $-\frac{1}{v}\frac{\partial v}{\partial p}$, et représentons les transformations isothermes d'un gaz réel par la formule

$$(2)\qquad Mpv = RT\varphi$$

dans laquelle M représente la masse moléculaire du gaz considéré, R une constante absolue ([1]) et φ le volume moléculaire, défini antérieurement ([2]). On a

$$(3)\qquad C - c = \frac{RT^2}{ME}\alpha\beta\varphi = \frac{R}{ME}\varphi\frac{(\alpha T)^2}{p\mu};$$

φ et $p\mu$ sont donnés par les formules

$$(4)\qquad \varphi = \frac{10^4 - y}{10^4 + (e-1)z + (e-1)^2 u},$$

$$(5)\qquad p\mu = 1 + \frac{e[z + 2(e-1)u]}{10^4 + (e-1)z + (e-1)^2 u},$$

dans lesquelles $e = \frac{76p}{\Pi}$, et y et z sont des fonctions empiriques de $\chi = \frac{\Theta}{T}$, Π et Θ étant la pression et la température critiques de ce gaz.

» Enfin, de l'équation (2) on tire

$$(6)\qquad \alpha T = 1 - \frac{\chi}{\varphi}\frac{\partial\varphi}{\partial\chi}.$$

On a donc, en faisant intervenir le rapport γ des deux chaleurs spécifiques et en explicitant,

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} E &= \frac{R}{MC}\frac{\gamma}{\gamma-1}\frac{10^4 - y}{10^4 + (2e-1)z + (3e-1)(e-1)u} \\ &\times\left[1 + \chi\left(\frac{\frac{\partial y}{\partial\chi}}{10^4 - y} + \frac{(e-1)\frac{\partial z}{\partial\chi} + (e-1)^2\frac{\partial u}{\partial\chi}}{10^4 + (e-1)z + (e-1)^2 u}\right)\right]^2. \end{aligned}\right.$$

» *Application à l'air.* — Dans le cas le plus favorable, celui de l'air, γ est probablement approché à moins de $\frac{1}{1000}$ près, ce qui correspond à une erreur sur $\frac{\gamma}{\gamma-1}$ inférieure à $\frac{1}{400}$. En même temps, l'erreur sur C est probablement inférieure à $\frac{1}{200}$ [après la

---

([1]) La valeur de cette constante, la même pour tous les gaz, est, d'après mes expériences, $R = 8319.10^4$ C.G.S., si l'on prend $M = 32$ pour l'oxygène, et si T est compté à partir de $-273°,2$ centigr.

([2]) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, numéro de septembre 1898.

correction de $\frac{1}{160}$ que je lui ai fait subir [1]]; mais on n'oserait pas l'affirmer après avoir étudié de près les expériences de Regnault, qui n'ont pas été surpassées en exactitude.

» Quant aux autres facteurs, il est peu probable que la somme des erreurs apportées par eux dépasse $\frac{1}{1000}$ dans le cas le plus défavorable.

» On pourrait craindre néanmoins, d'après ce qui précède, que l'erreur sur E approchât de 1 pour 100. Nous allons voir qu'il n'en est rien, si l'on introduit dans la formule (7) les valeurs de γ que j'ai calculées [2] d'après Wüllner :

$$\gamma_0 = 1,404, \qquad \gamma_{100} = 1,403 \qquad \text{et} \qquad C = 0,239 \text{ à } 100^\circ \text{ comme à } 0^\circ.$$

» On trouve, en effet,

Air à 0°....... $E = 419,4.10^5$ Air à 100°..... $E = 418,4.10^5$ C.G.S.

soit en moyenne $427^{\text{kgm}},0$.

» *Application à l'anhydride carbonique.* — Effectuons le même calcul au moyen des valeurs de γ calculées d'après les expériences de Wüllner, et des chaleurs spécifiques vraies C à 0° et à 100°, d'après Regnault, puis d'après Wiedemann (C_R, C_W). Nous obtenons ce qui suit :

t.	γ.	C_R.	C_W.	$E.10^{-5}$ C.G.S.	C_{cal}.
0°	1,319	0,1870	»	432,6	0,193
		»	0,1952	414,5	
100°	1,283	0,2145	»	403,4	0,207
		»	0,2165	399,0	

» Il est clair que la majeure partie de l'écart si énorme des valeurs de E doit être attribuée aux grandes difficultés que l'on rencontre dans la mesure de C. Aussi m'a-t-il paru intéressant de calculer inversement, en admettant pour E la valeur 419.10^5 C.G.S., les chaleurs spécifiques vraies de CO^2 à 0° et à 100°, que j'ai inscrites dans la dernière colonne du Tableau ci-dessus.

» On voit que C_0 est compris entre les nombres de Regnault et de Wiedemann, mais qu'il n'en est pas de même de C_{100}.

» Je donnerai prochainement quelques applications de calculs semblables. »

---

(1) *Comptes rendus,* séance du 27 juin 1898.

(2) *Ibid.,* séance du 31 octobre 1898.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les oxydes condensés des terres rares.* Note de MM. G. WYROUBOFF et A. VERNEUIL, présentée par M. Moissan.

« Deux propriétés remarquables caractérisent les oxydes des terres rares : leur faculté de se polymériser avec une excessive facilité sous l'influence des causes les plus diverses et leur tendance à former entre elles des combinaisons très stables aboutissant à des oxydes complexes, également polymérisables, fort différents, par l'ensemble de leurs réactions, des oxydes simples.

» La connaissance exacte de ces deux propriétés, inaperçues jusqu'ici, permet non seulement d'interpréter d'une façon très simple une série de faits depuis longtemps observés et restés à l'état d'énigmes, mais encore de comprendre les raisons des difficultés qu'on éprouve à séparer ces oxydes les uns des autres et d'indiquer les procédés rationnels de cette séparation. Nous voulons aujourd'hui appeler l'attention sur la première des deux propriétés dont nous venons de parler.

» De tous les oxydes de ce groupe l'oxyde céroso-cérique est celui qui se polymérise avec la plus grande facilité; on peut même dire que l'oxyde normal n'existe pas à l'état de liberté; il est facile de le démontrer expérimentalement. Si l'on dissout dans l'acide azotique l'hydrate de cet oxyde obtenu par l'un quelconque des procédés connus, on constate que cette solution donne un abondant précipité lorsqu'on l'additionne d'eau.

» Cette précipitation n'a plus lieu si l'on a chauffé la solution pendant quelque temps ou si on l'a abandonnée à elle-même pendant quelques heures. Le précipité ainsi obtenu est un corps gélatineux, blanc, ressemblant à l'ambre lorsqu'il est desséché, entièrement soluble dans l'eau, précipitable de sa solution aqueuse, qui a une réaction fortement acide, par AzO^3H ou HCl dilués, mais soluble à chaud dans ces acides concentrés. L'analyse conduit à la formule $(Ce^3O^4)AzO^3H$. L'oxyde qu'on régénère de ce composé en le traitant par un alcali ne ressemble nullement, au moment de sa précipitation, à l'oxyde précipité d'un sel neutre, du nitrate $(Ce^3O^4)4Az^2O^5$ par exemple. Il est blanc à l'état humide, jaune et corné lorsqu'il est sec; il ne se réduit que difficilement par HCl à chaud. Traité par un excès de AzO^3H, il reproduit le composé $(Ce^3O^4)AzO^3H$.

» C'est donc bien là un polymère de l'oxyde ordinaire, mais il n'est pas le seul. Dans tous les Ouvrages classiques, on trouve l'affirmation que l'oxyde de cérium obtenu par calcination de l'oxalate est absolument inattaquable par l'acide nitrique; cela est tout à fait inexact.

» L'attaque se produit, au contraire, très facilement, même à froid, à la condition que l'oxyde n'ait pas été calciné à une température supérieure à 500° et que l'acide employé soit aussi faible que possible (2 à 3 pour 100). L'oxyde jaune serin très dense, pulvérulent, se transforme ainsi rapidement en un corps blanc gélatineux qui, après décantation de la liqueur acide qui surnage, donne avec l'eau une solution très laiteuse à réaction fortement acide, entièrement précipitable lorsqu'on ajoute $\frac{2}{100}$ d'acide azotique. Ce corps, une fois desséché, supporte une température de 130° sans se décomposer; il est jaune pâle, à peine translucide en écailles très minces; l'analyse conduit à la formule $(Ce^3O^4)_5AzO^3H$. L'oxyde qu'on en retire par l'action des alcalis est blanc à l'état humide, jaune clair et opaque à l'état sec; l'acide chlorhydrique même concentré et bouillant n'en réduit que des traces; $HCl + KI$ ne le réduit qu'avec une extrême difficulté.

» Il existe enfin un troisième polymère qu'on obtient en calcinant l'oxyde précédent vers 1500°; il devient alors tout à fait blanc et n'est plus attaquable par l'acide azotique ou concentré en tube scellé.

» Il nous faut maintenant déterminer le degré de polymérisation de ces oxydes et trouver, d'autre part, des formules plus rationnelles que celles qui résultent directement de l'analyse. Il est certain d'abord que de l'hydrogène acide existe dans le composé, puisque sa réaction est fortement acide. D'autre part, il peut être à moitié saturé par un alcali sans qu'il y ait de l'oxyde mis en liberté. Une réaction très simple va nous permettre de sortir d'embarras. Lorsqu'on traite les solutions des composés $(Ce^3O^4)AzO^3H$ et $(Ce^3O^4)^5AzO^3H$ par une solution titrée de SO^3, en excès, on la précipite intégralement; les corps précipités, complètement insolubles dans l'eau, ne contiennent plus, après un lavage complet, de AzO^3H dont *la moitié seulement* a été remplacée par SO^4H^2. Il est clair, par conséquent, que les deux formules doivent être quadruplées et que les deux nitrates solubles sont :

» 1. $(Ce^3O^4)_4\,2Az^2O^6H^2$ et $(Ce^3O^4)_{20}\,2Az^2O^6H^2$, les deux sulfates insolubles étant:

» 2. $(Ce^3O^4)^4SO^4H^2$ et $(Ce^3O^4)_{20}SO^4H^2$.

» 3. L'oxyde blanc obtenu à 1500° sera donc $(Ce^3O^4)_{n>20}$, auxquels correspondent directement des nitrates qu'on obtient en saturant la moitié de l'acide des sels (1) et ajoutant un peu de nitrate d'ammoniaque. Ils deviennent ainsi parfaitement insolubles et peuvent être lavés à l'eau.

» On voit donc que ces composés, en apparence si étranges, ne sont nullement des sels basiques, mais des composés saturés ou acides de deux oxydes $(Ce^3O^4)_4$ et $(Ce^3O^4)_{20}$ jouant le rôle de radicaux bivalents. De ces deux oxydes le premier est le résultat de la condensation spontanée de l'hydrate de l'oxyde Ce^3O^4, le second le produit de l'action d'une chaleur assez élevée sur l'oxyde anhydre. Il est facile, d'ailleurs, de dépolymériser l'oxyde $(Ce^3O^4)_{20}$. Il suffit de le chauffer à 180° en tube scellé avec un excès de AzO^3H : on le voit se dissoudre et le liquide se colorer en jaune; à ce moment, l'addition d'eau provoque la précipitation du corps $(Ce^3O^4)_4\,2Az^2O^6H^2$. Si l'action a duré plus longtemps, la liqueur devient rouge, l'eau ne la précipite plus, on a alors le corps normal $(Ce^3O^4)4Az^2O^5$; enfin, par une action plus prolongée, la solu-

tion se décolore et le liquide ne contient plus que du nitrate de protoxyde. Quant à l'oxyde $(Ce^3O^4)_4$, il se dépolymérise facilement au contact de l'acide azotique chaud.

» La thorine donne des composés polymérisés fort analogues à ceux du cérium. Lorsqu'on soumet l'oxalate, le nitrate, le chlorure ou l'hydroxyde à une calcination ménagée qui peut être poussée à la fin jusqu'au rouge, on obtient un corps qui a été pris, tantôt pour une terre nouvelle (Bahr) tantôt pour un oxyde moins oxygéné (Locke) et qui n'est en général qu'un mélange de deux polymères de ThO. Ce corps est insoluble dans AzO^3H ou HCl mais se combine avec eux avec dégagement de chaleur et donne un composé entièrement soluble dans l'eau et précipitable par les acides. On sépare les deux corps par précipitattion de leur solution aqueuse au moyen d'un acide de plus en plus concentré; c'est le corps le plus condensé qui se précipite le premier. La formule de l'un est $(ThO)_{12}AzO^3H$, celle de l'autre $(ThO)_5AzO^3H$, mais il est possible que ce dernier retienne encore un peu du premier et que sa formule soit $(ThO)_4AzO^3H$. Comme ces composés se comportent à l'égard de l'acide sulfurique de la même manière que les composés cériques, leurs formules doivent être écrites $(ThO)_{48}2Az^2O^6H^2$ et $(ThO)_{20}2Az^2O^6H^2$.

» Les oxydes du lanthane et du didyme se condensent aussi avec la plus grande facilité, mais ils n'ont donné jusqu'ici que des sels neutres insolubles $(LaO)_4Az^2O^6H^2$ et $(DiO)_4Az^2O^6H^2$ depuis longtemps décrits par Marignac. Les oxydes polymérisés des terres de l'yttria donnent au contraire des sels neutres aussi bien que des sels acides également bien connus : $(YO)_4Az^2O^6H^2$ et $(YO)_4 2Az^2O^6H^2$; on peut donc dire que la propriété de se condenser et de donner des composés tantôt saturés, tantôt acides, qu'on a considérés jusqu'ici comme étant des sels basiques ou surbasiques, est une propriété générale de ce qu'on l'on est convenu d'appeler les *terres rares*.

» Est-ce là une propriété particulière à ce groupe? Nullement. Un très grand nombre d'oxydes la possèdent à un très haut point. Nous citerons particulièrement l'oxyde d'étain, récemment étudié par M. Engel, et surtout les sesquioxydes de la famille du fer. Depuis les travaux de Péan de Saint-Gilles, de Graham, de Scheurer-Kestner et de Béchamp, on connaît une série de composés qu'on a pris tantôt pour des sels basiques, tantôt même pour des oxydes solubles et qui présentent tous les caractères propres aux composés que nous décrivons aujourd'hui. Ils offrent tous cette particularité remarquable d'être précipités de leur dissolution par l'acide sulfurique, qui élimine la totalité de leur acide mais n'en remplace que la moitié, transformant ainsi les sels acides solubles en sels neutres insolubles.

» On est porté ainsi à remplacer la notion confuse de *sels basiques* par la notion plus précise de *condensation successive de l'oxyde*. Qu'est-ce, en effet, que ces composés plus saturés que le sel saturé, qui existent dans des liqueurs fortement acides, comme c'est le cas des composés du bismuth, du plomb, du mercure, et dans lesquels l'oxyde perd des portions variables de sa valeur? Il paraît infiniment plus rationnel de considérer ces combinaisons comme des sels neutres ou acides d'un oxyde polymérisé qui, en se condensant, a nécessairement changé de valence.

» Pour les terres rares et les oxydes de la famille du fer, cette conclusion ne nous paraît pas douteuse. Il convient de remarquer du reste que la

constitution de ces sels paraît être complexe, car leurs éléments ne sont pas décelés, en général, par les réactifs ordinaires. »

SPECTROSCOPIE. — *Observations sur quelques spectres : aluminium, tellure, sélénium.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. Friedel.

« Au cours de recherches récemment présentées à l'Académie, j'ai constaté, dans les spectres d'étincelles de certains corps simples, l'absence de plusieurs raies d'intensité notable, données généralement comme appartenant à ceux-ci; comme elles figurent dans les Tables et les Ouvrages classiques de Spectroscopie les plus récents, j'ai pensé pouvoir être utile en les faisant connaître ici, pour éviter aux chercheurs des méprises où je suis moi-même tombé.

» *Aluminium.* — Depuis peu d'années seulement, les progrès de l'industrie métallurgique, et surtout les procédés électrochimiques, ont permis de préparer ce métal dans un assez grand état de pureté. Je n'y ai plus alors retrouvé deux raies rouges et une raie verte figurant dans le spectre de l'aluminium de M. Thalèn, mais je me suis aperçu de la coïncidence de leurs positions avec celles des lignes que j'avais reconnues (¹) les plus caractéristiques et les plus sensibles du spectre d'étincelle du silicium, soit à l'état de liberté et dans l'hydrogène, soit dans la dissociation des silicates fondus :

Aluminium (?) (Thalèn).	Air (Thalèn).	Silicium (R[d]) [A. de Gramont (¹)].
637,13	»	Si α { 636,97
634,48	»	Si α { 634,22
505,66	»	Si γ { 506,00
»	504,51	Si γ { 504,55

» La seconde raie du doublet Si γ a dû évidemment être vue aussi par Thalèn, mais à cause de sa coïncidence avec une forte raie de l'air, due à l'azote [Néovius (R[d]), 504,57], il l'aura retranchée des raies attribuées par lui à l'aluminium. Elle appartient cependant certainement au silicium car elle accompagne toujours les trois autres, aussi bien dans l'hydrogène soigneusement privé d'air que dans les silicates fondus, lorsque le spectre de l'air est absent : la raie du silicium, de même que l'autre composante du doublet Si γ, est plus diffuse, plus élargie par la condensation que la raie correspondante de l'air. En observant le spectre fourni par deux lames d'aluminium datant d'il y a plus d'une vingtaine d'années j'y ai trouvé, comme M. Thalèn, les groupes du silicium Si α et Si γ très nets. Plusieurs Ouvrages inscrivent en outre dans le spectre de l'aluminium photographié par MM. Hartley et Adeney la raie (464,52) :

(¹) *Comptes rendus*, 25 janvier 1897. Corriger la faute d'impression de $\lambda Si\alpha_1$ et, au lieu de 696,97, lire 636,97.

j'en ai constaté l'absence certaine dans une atmosphère d'hydrogène, quel que fût l'échantillon d'aluminium employé; mais en se reportant au Mémoire original (*Phil. trans.*, t. CLXXV; 1884), on voit que les auteurs attribuent cette raie soit au fer, soit à des impuretés. En réalité, je la crois simplement due à l'air, et identifiable avec (444,58) observée dans le spectre de l'air par les mêmes auteurs, et plus récemment par M. Néovius [444,73(R^d)]. Cette raie est très forte et double; l'une des composantes appartient à l'oxygène et l'autre à l'azote.

» *Tellure.* — A la suite des déterminations de M. Thalèn, les trois raies vertes bien connues du cuivre (521.7); (515.3); (510.5) sont données partout comme appartenant au spectre du tellure. Je suis tombé dans la même erreur (¹) en les observant avec un échantillon de ce métalloïde donné comme pur et où elles se présentaient avec une intensité médiocre.

» J'ai étudié, depuis, le spectre du tellure dans les sels fondus (tellurites et tellurates), en arrivant à me débarrasser de ces raies, ainsi que de celles de l'antimoine ordinairement contenu dans le tellure préparé par réduction de l'acide tellureux où se trouve presque toujours une petite quantité d'acide antimonieux. Je me suis, d'autre part, assuré de l'absence de ces trois raies vertes, ainsi que de celle de (578.1) du cuivre également et donnée aussi par M. Thalèn, en étudiant le spectre du tellure véritablement pur, d'où toute trace de cuivre et d'antimoine avait été éliminée avec soin (²). Il me paraît intéressant de remarquer que, partant de considérations purement théoriques sur les séries de raies du tellure, M. Rydberg (³) avait signalé la présence probable de nombreuses lignes du cuivre et de l'argent dans les déterminations du spectre ultra-violet du tellure de MM. Hartley et Adeney, et des raies du cuivre dans le spectre visible du même corps de M. Thalèn. Ces dernières lignes n'ont d'ailleurs pas donné de traces de leur présence dans une solution chlorhydrique ou fluorhydrique de tellure, à M. Demarçay (*Spectres électriques*, p. 16).

» *Sélénium.* — Les trois mêmes raies vertes du cuivre figurent dans le spectre du sélénium de Plücker et Hittorff. Ici même (⁴), à mon tour, je les ai fait figurer parmi les lignes secondaires de ce métalloïde. Cette erreur, que je tiens à rectifier, n'était pas due au corps très pur dont j'avais fait usage, mais au platine des fils revêtus d'une couche de sélénium d'où jaillissait l'étincelle. J'avais eu affaire à une portion de fil dont les échantillons similaires ne m'avaient donné que les raies du platine, mais cette portion n'était pas elle-même exempte de cuivre.

» J'ai récemment repris ces déterminations, soit dans les sels fondus (sélénites et séléniates), soit avec le même sélénium que précédemment, mais sur du platine pur bien vérifié, et j'ai pu m'assurer de l'absence des lignes cuivriques. J'ajouterai que

---

(¹) *Analyse spectrale directe des minéraux.* Paris, 1895, p. 36.

(²) Cet échantillon avait été préparé au laboratoire de l'Enseignement pratique de la Chimie appliquée, de la Faculté des Sciences de Paris, sous la direction de M. Chabrié.

(³) *Recherches sur la constitution des spectres d'émission des éléments.* Stockholm, 1890.

(⁴) *Comptes rendus*, 8 avril 1895 et *Analyse spectrale directe des minéraux.*

celles-ci sont présentes dans tous les minéraux sélénifères que j'ai étudiés par l'analyse spectrale directe, notamment dans la *clausthalite* (PbSe) où la présence du cuivre est indiquée par lesdites raies, assez bien marquées, et que j'avais attribuées au sélénium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des uréthanes aromatiques de la tétrahydroquinoléine*. Note de MM. **Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« L'action des bases secondaires cycliques sur les carbonates phénoliques donne naissance à des uréthanes, comme le prouvent les dérivés de la pipéridine, de la conicine, de la pipérazine que nous avons précédemment décrits [1]. L'action de la tétrahydroquinoléine confirme cette réaction qui paraît générale pour les corps de cette constitution et de cette fonction.

» Il faut employer un excès de base. En chauffant à l'ébullition pendant deux heures 4 molécules de tétrahydroquinoléine avec 1 molécule de carbonate phénolique, nous avons obtenu les uréthanes phénylique, phénylique orthochlorée, gaïacolique, et naphtolique α et β. Dans les mêmes conditions, nous avons échoué avec les trois carbonates crésyliques et le carbonate de thymol. En chauffant en tube scellé de la tétrahydroquinoléine avec ces carbonates au delà de son point d'ébullition, on obtiendrait sans doute les uréthanes correspondantes. La saponification plus difficile de ces carbonates explique le résultat négatif constaté dans nos expériences, en nous mettant dans des conditions uniformes. Pour l'instant, nous décrirons les uréthanes que nous avons obtenues, tous corps blancs, très stables, fusibles et bouillant presque sans décomposition autour de 300°.

» *a. Uréthane phénylique de la tétrahydroquinoléine.* — On chauffe, comme nous venons de le dire, pendant deux heures à l'ébullition, 4 molécules de tétrahydroquinoléine, avec une molécule de carbonate phénylique, soit 30^{gr} de base avec 10^{gr} de carbonate, lequel se dissout facilement dans la base. Après refroidissement, on ajoute de l'eau acidifiée par de l'acide chlorhydrique pour enlever la tétrahydroquinoléine libre. Le résidu se solidifie facilement en abaissant la température. On le purifie par lavage à l'alcool froid, puis par cristallisation dans l'alcool à 93°, qui donne

---

(1) *Comptes rendus*, 1898.

de petits cristaux très blancs. Ce corps est constitué par l'uréthane phénylique correspondant à la formule

$$CO\begin{matrix}\diagup AzC^9H^{10}\\ \diagdown OC^6H^5\end{matrix},$$

Le dosage a donné, pour le corps desséché dans le vide, 5,46 pour 100 d'azote. La formule précédente exige 5,53 pour 100.

» Ce corps fond à 51°-52°. Il distille presque sans décomposition autour de 300°. Il est très peu soluble dans l'eau. Il se dissout dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzène, le nitrobenzène.

» *b. Uréthane phénylique orthochlorée de la tétrahydroquinoléine.*—Cette uréthane se prépare dans les mêmes conditions que la précédente. Nous avons fait bouillir, pendant deux heures, 15^{gr} de carbonate de phénol orthodichloré au sein de 30^{gr},1 de tétrahydroquinoléine, soit 1 molécule pour 4 molécules. Reprenant par l'eau acidifiée par HCl, nous avons fait cristalliser le résidu dans de l'alcool à 93°.

» Ce corps se présente sous la forme de petits cristaux blancs. Il donne à l'analyse Az = 4,95 pour 100; la formule

$$CO\begin{matrix}\diagup AzC^9H^{10}\\ \diagdown OC^6H^4Cl\end{matrix}$$

exige 4,87 pour 100.

» Il fond à 61°. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et le nitrobenzène, très soluble dans l'éther, le chloroforme et le benzène.

» *c. Uréthane gaïacolique de la tétrahydroquinoléine.* — Même mode de préparation que précédemment. 20^{gr} de carbonate de gaïacol sont chauffés à l'ébullition pendant deux heures au sein de 38^{gr},8 de tétrahydroquinoléine, soit 1 molécule pour 4 molécules.

» On reprend par l'eau acidifiée, puis par l'eau alcaline pour enlever sûrement l'excès de base et le gaïacol. Le résidu solidifié par le froid est mis à cristalliser dans l'alcool. On obtient par cristallisation lente des mamelons très durs composés d'aiguilles s'irradiant d'un centre.

» L'analyse a donné Az = 5,15 pour 100. La formule

$$CO\begin{matrix}\diagup AzC^9H^{10}\\ \diagdown OC^6H^4.OCH^3\end{matrix}$$

exige 4,94.

» Ce corps fond à 69° et reste en surfusion. Insoluble dans l'eau, il est assez soluble dans l'alcool et le nitrobenzène, très soluble dans l'éther, le chloroforme et le benzène.

» *d. Uréthane naphtolique α de la tétrahydroquinoléine.*—Nous l'avions préparée dans les mêmes conditions que les uréthanes déjà décrites en chauffant à l'ébullition pendant deux heures 17^{gr} de naphtol α au sein de 30^{gr} de tétrahydroquinoléine (1 molécule pour 4 molécules).

» On lave à l'eau acidifiée par HCl, puis à l'eau alcaline pour enlever le naphtol libre. On fait cristalliser le résidu solide dans l'alcool à 93° à deux ou trois reprises. On obtient de petits cristaux blancs fondant à 73° qui ont donné à l'analyse

Az = 4,639 pour 100.

La formule

$$CO\begin{cases}AzC^9H^{10}\\OC^{10}H^7\alpha\end{cases}$$

exige 4,62 pour 100.

» Cette uréthane est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzène et le nitrobenzène.

» *e. Uréthane naphtolique β de la tétrahydroquinoléine.* — La préparation est identique à la précédente. Le corps, après lavage à l'eau acidifiée puis alcaline, se solidifie plus facilement et cristallise dans l'alcool à 93°. Il fond vers 118°-119° et a donné à l'analyse 4,66 pour 100 d'azote, correspondant à la formule

$$CO\begin{cases}AzC^9H^{10}\\OC^{10}H^7\beta\end{cases}.$$

» Cette uréthane est moins soluble dans l'alcool que l'isomère α. Elle se dissout dans l'éther et le nitrobenzène, et est très soluble dans le chloroforme et le benzène.

» *f.* Nous avons tenté de produire une uréthane au sein de l'alcool ordinaire et, en particulier, les dérivés des crésols et du thymol, procédé qui nous avait si bien réussi avec la pipérazine. Le résultat a été négatif à ce point de vue. Nous avons obtenu des éthers carboniques mixtes, des phénols et de l'alcool éthylique, en chauffant ces carbonates phénoliques au sein de l'alcool à 93°, en présence d'un excès de tétrahydroquinoléine [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pulégènacétone.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« L'ionone, et peut-être aussi l'irone, sont les seuls représentants connus des cétones hydroaromatiques ayant le groupe fonctionnel dans la chaîne latérale. J'ai cherché une méthode capable de conduire à la formation de corps du même type, en évitant le système de réactions difficiles à reproduire qui conduisent à l'ionone, et en m'adressant pour cela à des combinaisons hydroaromatiques toutes formées.

» Pour réaliser cette tentative, j'ai choisi la pulégone, sur laquelle j'ai fait réagir l'acétylacétate d'éthyle en présence d'un agent de déshydratation.

» On dissout une demi-molécule de pulégone et une demi-molécule d'éther acétylacétique dans 100^{gr} d'acide acétique cristallisable, puis on ajoute en trois ou quatre

---

[1] L'étude de ces éthers est poursuivie par M. Albert Morel. Voir nos Mémoires précédents : *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XIX, XX, p. 694 et 767.

fois au mélange 75gr de chlorure de zinc fondu et l'on chauffe au bain-marie pendant dix heures.

» Le produit de la réaction est alors traité par l'eau, repris par l'éther, et la solution éthérée, bien lavée à l'eau, est distillée. Le résidu abandonné par l'éther, rectifié dans le vide, donne d'abord de la pulégone et de l'éther acétylacétique inaltérés, puis, entre 148° et 153° sous 8mm, un composé qui cristallise.

» Par une nouvelle cristallisation dans la ligroïne très légère, on obtient de beaux prismes incolores fusibles à 72°-73°, répondant à la composition exprimée par la formule $C^{13}H^{20}O$.

» Cette substance est une cétone car elle donne une oxime cristallisant en prismes fusibles à 134°-135°, dont la composition est exprimée par la formule $C^{13}H^{21}AzO$.

» Cette oxime donne un dérivé benzoylé cristallisant en fines aiguilles jaune clair fusibles à 178°-179°.

» La réaction de l'éther acétylacétique sur la pulégone peut se concevoir de deux manières. On a en effet

I.

$$
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & CH & \\
CH^2 & \diagup \ \diagdown & CH^2 \\
CH^2 & \diagdown \ \diagup & CO \\
 & C & \\
 & \| & \\
CH^3 - & C & - CH^3
\end{array}
+ CH^2 \left\langle \begin{array}{l} CO - CH^3 \\ CO^2C^2H^5 \end{array} \right.
=
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & CH & \\
CH^2 & \diagup \ \diagdown & CH^2 \\
CH^2 & \diagdown \ \diagup & C = CH - CO - CH^3 \\
 & C & \\
 & \| & \\
CH^3 - & C & - CH^3
\end{array}
+ CO^2 + C^2H^5OH,
$$

ou bien

II.

$$
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & CH & \\
CH^2 & \diagup \ \diagdown & CH^2 \\
CH^2 & \diagdown \ \diagup & CO \\
 & C & \\
 & \| & \\
CH^3 - & C & - CH^3
\end{array}
+ CH^2 \left\langle \begin{array}{l} CO - CH^3 \\ CO^2C^2H^5 \end{array} \right.
=
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & CH & \\
CH^2 & \diagup \ \diagdown & C = C \left\langle \begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array} \right. \\
CH^2 & \diagdown \ \diagup & CO \\
 & C & \\
 & \| & \\
CH^3 - & C & - CH^3
\end{array}
+ CO^2 + C^2H^5OH.
$$

» Il y a donc lieu de choisir entre les formules I et II. J'ai tranché la question en constatant que la nouvelle cétone, que j'appellerai *pulégènacétone,* donne de l'iodoforme par l'action de l'hypobromite de sodium et de l'iodure de potassium. Ce résultat n'est compatible qu'avec la formule I qui dès lors doit être considérée comme exprimant la constitution de la pulégènacétone.

» En appliquant cette méthode à d'autres cétones hydroaromatiques

convenablement choisies, on pourra, je l'espère, réaliser la production de cétones appartenant à ce groupe intéressant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la potasse sur l'oxynitrocellulose.* Note de M. **Léo Vignon.**

« Comme suite aux recherches que j'ai publiées sur l'oxycellulose (*Comptes rendus*, 20 septembre 1897; 9 mai, 6 juin 1898), j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats donnés par l'action de la potasse sur l'oxynitrocellulose.

» 10^{gr} d'oxycellulose ont été nitrés au maximum par 150^{gr} d'un mélange de : SO^4H^2 à 66° (une partie), AzO^3H (densité 1,5) (trois parties), dans les conditions que j'ai indiquées. Après vingt-quatre heures, on a précipité dans une grande quantité d'eau, filtré, lavé et séché à l'air libre.

» 5^{gr} de l'oxynitrocellulose ainsi obtenue étant mélangés à 50^{cc} d'une lessive de KOH à 20° B., la température s'est élevée de 20° (initiale) à 45° au bout de sept minutes; en même temps, l'oxynitrocellulose s'est dissoute avec un faible dégagement gazeux, en donnant une liqueur brune.

» Cette solution, refroidie à 0° par addition de glace, a été neutralisée par de l'acide acétique à 0°, en évitant que la température monte au-dessus de 4°; on obtient ainsi une liqueur peu colorée, qui a été soumise à l'action d'un courant de H^2S à la température ordinaire pendant deux heures environ : il se dégage des composés oxygénés de l'azote, du soufre se dépose; on a chauffé ensuite au bain-marie, pour chasser les gaz dissous, et obtenu une liqueur brune qui a été refroidie.

» Cette liqueur, additionnée ensuite de 20^{cc} d'une solution de : acide acétique $7^{gr},5$, phénylhydrazine 12^{gr}, eau pour faire 100^{cc}, a été chauffée au bain-marie pendant trente minutes à 80°; il se forme un précipité cristallin, qui augmente pendant le chauffage.

» Après refroidissement, le précipité a été recueilli sur un filtre et lavé à l'eau pure; on obtient environ 8^{gr} de ce précipité pour 100^{gr} d'oxynitrocellulose.

» Au microscope, ce précipité se montre formé de cristaux jaune clair, mélangés d'une substance amorphe et résineuse de couleur brune. En le lavant à la benzine froide, la résine se dissout; repris par le toluène bouillant, les cristaux se déposent, par le refroidissement, à l'état de pureté.

» Le corps ainsi obtenu est constitué par de petits prismes jaunes, fondant à 204° avec dégagement gazeux, se dissolvant en jaune clair dans les solutions alcalines étendues.

» L'analyse élémentaire m'a donné :

$$C = 64,40, \quad Az = 19,33, \quad H = 5,40, \quad O = 11,87.$$

» Les conditions de formation indiquent que cette substance est constituée par une osazone.

» D'autre part, son point de fusion est identique à celui de l'osazone de l'acide oxypyruvique obtenue par Will en faisant agir la potasse sur le collodion (*Ber.*, t. XXIV, p. 400).

» La formule de l'osagone de l'acide oxypyruvique

$$C^6H^5.HAz - Az = CH - C\begin{matrix}\diagup CO.OH \\ \diagdown Az - AzH^6H^5\end{matrix} = C^{15}H^{14}Az^4O^2$$

exige

$$C = 63{,}83, \quad Az = 19{,}85, \quad H = 4{,}99, \quad O = 11{,}33.$$

» En somme, par l'action d'une solution aqueuse de potasse sur l'oxynitrocellulose, on obtient de l'acide oxypyruvique $OH.CH^2.CO.CO.OH = C^3H^4O^4$.

» La cellulose fortement nitrée fournit également, dans les mêmes conditions, de l'acide oxypyruvique, mais en moindre quantité que l'oxynitrocellulose ; il faut observer du reste que, dans la nitration de la cellulose, il y a formation d'oxycellulose sous l'influence oxydante de l'acide nitrique.

» Si nous récapitulons les conclusions de nos expériences relatives à la cellulose et à l'oxycellulose, nous trouvons :

	Cellulose.	Oxycellulose.
Résistance à la potasse	Grande	Très faible
Réduction par la liqueur de Fehling	Nulle (1)	Très forte
Réaction de Schiff [fuchsine (ac. sulfureux]...	Nulle (1)	Très forte
Chaleur de combustion	4190-4224	4124-4133
Fonction acide	Faible	Plus forte
OH éthérifiables (pour formule en C^6)	3	3

» En somme, la cellulose du coton serait un alcool triatomique (pour la formule en C^6), les oxycelluloses seraient des alcools triatomiques de moindre condensation, ayant en outre des fonctions aldéhydiques et acides.

» On ne peut évidemment, en l'état actuel, établir des formules définitives de ces deux corps ; cependant, les schémas suivants peuvent donner une idée de leurs propriétés réciproques, et présenter par suite quelque utilité :

Cellulose.

```
      (        CH(OH)         )m
      (       /      \        )
      ( CH(OH)        CH(OH)  )
      (  |       O      |     ) ,
      (  |     /   \    |     )
      (  C<           >CH     )
      (     \O—CH²/           )
```

(1) Si la cellulose ne contient pas d'oxycellulose.

ce groupement permettant de concevoir facilement un nombre m de groupes élémentaires $C^6H^{10}O^5$ réunis entre eux.

» Les oxycelluloses (celluloses plus ou moins oxydées) seraient formées de n groupes cellulosiques ([1]) associés au groupement A caractéristique de l'oxycellulose

$$(A) \qquad {}^{O}_{H}\!\!>C-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-\underset{\diagdown\ \diagup \atop O}{CH-CO}\ :$$

aldéhyde, alcool, lactone.

» Par hydratation, ce groupement (A) donnerait l'acide

$${}^{O}_{H}\!\!>C-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CO(OH)=C^6H^{10}O^7.$$

» Cet acide, enfin, engendrerait du furfurol ou de l'acide oxypyruvique, par les réactions

$$C^6H^{10}O^7 = CO^2 + 3(H^2O) + \underbrace{C^5H^4O^2}_{\text{Furfurol.}},$$

$$C^6H^{10}O^7 + O^2 = \underbrace{2(C^3H^4O^4)}_{\text{ac. oxypyruvique.}} + H^2O;$$

l'oxygène intervenant dans la dernière réaction est emprunté aux groupes AzO^3 de l'oxynitrocellulose. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau principe cristallisé, retiré de la Grande Absinthe.* Note de MM. **Adrian** et **A. Trillat**, présentée par M. Guignard.

« Ce nouveau produit a été trouvé, au cours de la préparation de l'absinthine, dans les résidus abandonnés par l'extrait alcoolique de l'*Artemisia Absinthium,* la Grande Absinthe.

» Si, après avoir évaporé l'extrait alcoolique de la plante, on le débarrasse de l'absinthine, on obtient un extrait pâteux de couleur jaunâtre qui, traité par l'alcool amylique, abandonne une substance qui colore le dissolvant

---

([1]) Pour l'oxycellulose que nous avons préparée : trois groupes $C^6H^{10}O^5$, un groupement (A).

en jaune et cristallise au bout de deux à trois jours sous forme de belles aiguilles prismatiques, jaune paille, conservant indéfiniment cette coloration après un grand nombre de cristallisations.

» Ce corps se distingue immédiatement de l'absinthine par sa couleur, sa forme cristalline et surtout par sa saveur exempte d'amertume. Il ne possède aucune action physiologique.

» Nous avons cherché à en établir la formule par la combustion et par la détermination du poids moléculaire.

» *Analyse :*

	I.	II.	Moyenne.
Carbone	63,10	62,70	62,90
Hydrogène	5,10	5,14	5,12
Oxygène (par diff.)	31,80	32,16	31,98

» *Poids moléculaire par la méthode cryoscopique.* — La substance étant peu soluble dans l'acide acétique, on a employé le bromoforme :

Poids moléculaire dans le bromoforme............ 1002

d'où l'on déduit la composition suivante :

	Pour 100.		Approximativement.
Carbone	629	soit, en atomes :	52,4
Hydrogène	51,2	»	51,2
Oxygène	319,8	»	20

» La formule $C^{53}H^{51}O^{20}$ donne 63,1 pour 100 de carbone et 5,06 pour 100 d'hydrogène; poids moléculaire 1007. La formule $C^{52}H^{51}O^{20}$ donne 62,7 pour 100 de carbone et 5,13 pour 100 d'hydrogène; poids moléculaire 995. Il est difficile de trancher entre la formule en C^{52} et la formule en C^{53}, étant donné le poids moléculaire élevé et le peu d'écart des chiffres.

» *Point de fusion.* — Le point de fusion, très différent de ceux qui ont été donnés pour l'absinthine, est de 165°.

» *Propriétés.* — La substance est insoluble dans l'eau ; elle est soluble surtout à chaud dans l'alcool amylique, le chloroforme, l'acétone, la benzine. Elle est insoluble dans l'éther.

» Les acides étendus ne la dissolvent pas. Les acides concentrés la dissolvent à froid; par addition d'eau, on précipite sous forme de houppes cristallines une matière blanche mais qui, une fois isolée, a pu être identifiée avec la matière première. A chaud, les acides concentrés provoquent une décomposition, et la précipitation par addition d'eau ne se produit plus.

» Les alcalis étendus n'ont aucune action sur la combinaison ; à l'ébullition, les alcalis concentrés finissent par la résinifier et se colorent en jaune.

» La solution acétique donne avec le brome un composé instable; le perchlorure de fer fournit un abondant précipité noir, tandis que l'iode, dans la solution d'iodure de potassium, donne un magnifique précipité bleu indigo caractéristique.

» L'oxydation par le bichromate de potasse ou le bioxyde de plomb en solution acétique n'a donné aucune transformation. Il en a été de même de la réduction par l'hydrogène naissant.

» La liqueur de Fehling n'a donné lieu à aucune inversion, même après une demi-heure d'ébullition. Par la distillation sur la chaux nous avons obtenu des homologues de l'acide phénique.

» *Action de l'anhydride acétique.* — En chauffant la substance pendant cinq à six heures avec l'anhydride acétique, nous avons pu la transformer en produit blanc, cristallisé en feuilles. Les résultats produits par l'analyse ont été les suivants :

Carbone	61,63
Hydrogène	5,29
Oxygène (par diff.)	33,08

» Le point de fusion a été de 162°-163°.

» Malgré le peu d'écart entre les chiffres d'analyse et les points de fusion, le produit obtenu par l'anhydride acétique est bien différent. On peut le constater par l'examen de la forme cristalline et surtout par les réactions colorées obtenues par le perchlorure de fer et l'iode, bien différentes de celles qui sont fournies par le corps jaune.

» Chauffé avec de la chaux, il n'y a pas eu régénération de l'acide acétique.

» Relativement à la constitution de la substance retirée de l'*Artemisia Absinthium,* les diverses propriétés que nous avons signalées permettent de la classer dans la série des corps indifférents; elle contient au moins un noyau aromatique (régénération des dérivés phénoliques), et sa molécule semble susceptible d'une condensation interne (action de l'anhydride acétique).

» Ce corps pouvant se rencontrer dans d'autres plantes, nous avons cherché à préciser autant que possible ses propriétés physiques et chimiques. »

VITICULTURE. — *Recherches sur quelques moyens permettant d'augmenter l'adhérence des bouillies cupriques* ([1]). Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Guignard.

« Le coefficient d'adhérence est l'un des facteurs les plus importants qui doivent entrer en ligne de compte pour l'établissement de la valeur des

([1]) Travail exécuté à la station viticole de Villefranche.

bouillies cupriques destinées à combattre les maladies cryptogamiques de la Vigne. Divers auteurs ([1]) ont montré déjà que cette faculté d'adhérence, qui assure la durée d'action des traitements, varie dans d'assez larges limites selon la formule des préparations; mais ces auteurs se sont occupés uniquement de l'adhérence des solutions ordinairement employées aux organes foliacés. Or, mes recherches sur le traitement du black rot m'ayant amené à considérer le sulfatage direct des grappes comme l'une des conditions les plus sûres du succès, j'ai cherché à déterminer la faculté d'adhérence des bouillies aux raisins.

» Cette adhérence est relativement très faible avec les anciennes bouillies, ainsi que l'indiquent les chiffres des Tableaux suivants, à cause de la pruine cireuse qui enveloppe les grains et empêche la fixation des corps étrangers. C'est dans le but de trouver une substance qui, ajoutée à la bouillie, fût capable de vaincre cet obstacle, que j'ai entrepris les essais qui font l'objet de cette Communication. Le choix des matières pouvant être employées était limité par les nombreuses conditions à remplir. On trouvera ci-après la nomenclature de celles que j'ai utilisées.

» 1. Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre, légèrement alcalinisée avec la chaux grasse.

» 2. Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre et 2 pour 100 de chaux grasse (fortement alcaline).

» 3. Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre, légèrement alcalinisée avec de la chaux éteinte.

» 4. Bouillie 1 avec 3 pour 1000 de sang desséché.

» 5. Bouillie 1 avec 3 pour 1000 de poudre de blanc d'œuf.

» 6. Bouillie 1 avec 3 pour 1000 de gomme adragante.

» 7. Bouillie 1 avec 3 pour 1000 de colle forte.

» 8. Bouillie 1 avec 5 pour 1000 d'amidon.

» 9. Bouillie 1 avec 5 pour 1000 de dextrine.

» 10. Bouillie 1 avec 5 pour 1000 de silicate de potasse.

» 11. Bouillie 1 avec 2 pour 100 de mélasse (bouillie sucrée).

» 12. Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre, légèrement alcalinisée avec du carbonate de soude.

» 13. Bouillie 12 avec 1 pour 100 de sulfate d'alumine.

» 14. Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre et 3 pour 100 de savon.

([1]) Aimé Girard, *Recherches sur l'adhérence, aux feuilles des plantes et notamment de la pomme de terre, des bouillies cupriques* (*Société nationale d'Agriculture,* 10 février 1892).

Guillon et Gouirand, *Sur l'adhérence des bouillies cupriques utilisées pour combattre les maladies de la Vigne* (*Comptes rendus,* 25 juillet et 12 septembre 1898).

» **15.** Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre, neutralisée à la soude, et 5 pour 1000 de colophane.

» **16.** Bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre, légèrement alcalinisée avec l'ammoniaque.

» **17.** Verdet neutre à 2 pour 100.

» **18.** Verdet neutre à 2 pour 100 avec 3 pour 1000 de gomme adragante.

» **19.** Verdet neutre à 2 pour 100 avec 3 pour 1000 de colle forte.

» **20.** Verdet neutre à 2 pour 100 avec 5 pour 1000 d'amidon.

» **21.** Verdet neutre à 2 pour 100 avec 5 pour 1000 de silicate de potasse.

» Voici le résumé des quantités de cuivre laissées sur les raisins et les feuilles de Vigne, par ces diverses bouillies, dans des cas différents. Les chiffres des colonnes B et D ont été obtenus en dosant le cuivre restant sur les raisins et les feuilles quinze jours après l'application du dernier traitement et ayant subi plusieurs pluies.

	Proportion pour 100 du cuivre total resté sur les raisins.		Proportion pour 100 du cuivre total resté sur les feuilles.	
Nature des bouillies. — Numéros d'ordre correspondants.	A. Après séchage au soleil et deux heures d'exposition à une pluie donnant 4mm.	B. Après l'application de 3 traitements.	C. Après séchage au soleil et deux heures d'exposition à une pluie donnant 4mm.	D. Après l'application de 4 traitements.
1........	7,6	4,3	37,4	11,9
2........	6,3	3,8	32,3	9,4
3........	2,8	1,9	23,1	5,3
4........	7,1	3,9	36,6	11,1
5........	7,4	3,7	38,2	12,0
6........	11,2	6,1	48,8	16,7
7........	10,3	6,0	44,3	15,4
8........	7,5	4,0	36,7	10,8
9........	6,9	3,5	35,8	9,9
10........	13,4	6,9	47,9	20,7
11........	12,2	6,0	53,3	22,5
12........	12,9	6,8	59,6	19,5
13........	12,3	6,3	58,1	20,4
14........	17,5	8,0	72,9	24,1
15........	38,2	20,8	89,2	36,2
16........	5,4	3,5	31,1	9,3
17........	6,0	3,7	31,4	9,3
18........	8,9	4,6	40,5	15,8
19........	7,2	4,1	37,2	12,9
20........	5,6	3,5	29,6	10,0
21........	9,7	5,9	42,7	16,1

» Ces chiffres donnent lieu aux remarques suivantes :

» I. La faculté d'adhérence des bouillies cupriques est beaucoup plus faible pour les raisins que pour les feuilles de Vigne.

» II. Au point de vue de l'adhérence aux raisins, les anciennes bouillies se classent dans l'ordre suivant :

» 1° Bouillie au carbonate de soude légèrement alcaline;

» 2° Bouillie à la chaux grasse légèrement alcaline;

» 3° Bouillie à doses égales de sulfate de cuivre et de chaux grasse;

» 4° Verdet neutre;

» 5° Eau céleste;

» 6° Bouillie à la chaux éteinte.

» En considérant l'adhérence aux feuilles, la classification reste la même.

» III. De toutes les substances employées pour augmenter la faculté d'adhérence, la colophane s'est montrée incomparablement supérieure; viennent ensuite par ordre de mérite : 1° le savon; 2° le silicate de potasse; 3° la mélasse; 4° la gomme adragante; 5° la colle forte.

» L'amidon, la dextrine, la poudre d'œuf, le sang desséché, le sulfate d'alumine n'ont pas eu d'effet bien marqué; leur addition a plutôt eu pour conséquence la diminution de l'adhérence.

» La nature de la chaux qui entre dans la préparation de la bouillie bordelaise a une grande influence sur la faculté d'adhérence de cette dernière. La chaux grasse, éteinte seulement au moment de l'emploi, doit être préférée.

» IV. L'adhérence remarquable que communique la colophane, notamment vis-à-vis des raisins, mérite de retenir l'attention. Je ferai connaître, dans une prochaine Note, le moyen d'utiliser ce produit et les résultats que m'ont donnés, cette année, en grande culture, les bouillies en renfermant. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Composition et valeur alimentaire des fromages.* Note de M. BALLAND. (Extrait.)

« Les variétés de fromages consommés en France sont nombreuses et se prêtent difficilement à une classification rigoureuse. Dans les fromages *ordinaire* de vache, la proportion d'eau peut s'élever à 80 pour 100 et les matières azotées l'emportent généralement sur les matières grasses. Dans les fromages frais dits *à la crème* (susise, gournay, neufchâtel), l'eau est

en moindre proportion (50 à 60 pour 100); les matières grasses sont en grand excès par rapport aux matières azotées; le poids des cendres, comme précédemment, est faible. Les fromages frais *demi-sel* ont plus de consistance, moins de matière grasse et laissent plus de cendres à l'incinération (1 à 2 pour 100). Les fromages salés à *pâte molle*, préparés depuis plus ou moins de temps, en laissent encore davantage (4 à 5 pour 100). L'eau oscille entre 30 et 50 pour 100. Les matières grasses et azotées présentent de grands écarts: tantôt les premières dominent (bourgogne, brie, munster, pont-l'évêque, etc.) et tantôt les secondes (livarot, savoie); parfois elles sont en mêmes proportions (camembert, coulommiers, herve, mont-d'or, etc.).

» Les fromages à *pâte ferme* (cantal, chester, gruyère, hollande, port-salut, roquefort, etc.) ont une composition plus uniforme. L'eau ne dépasse guère 30 pour 100; les matières azotées et les matières grasses s'y rencontrent assez souvent en même quantité. Le sel est représenté par 4 à 5 pour 100 du poids total.

» Les analyses ont porté sur des fragments de fromage prélevés du centre à la circonférence et représentant aussi exactement que possible un échantillon moyen. Le produit lentement desséché a été trituré au mortier, après refroidissement; l'azote a été dosé par le procédé Kjeldahl et les matières grasses (beurre) à l'aide de l'éther. Pour faciliter la séparation de ces matières, on a incorporé à la masse une quantité convenable de pâte de papier. La matière azotée est à 16 pour 100 d'azote : la caséine n'en contenant que 15,80 pour 100, le coefficient devrait être 6,33 au lieu de 6,25 que nous avons adopté pour l'ensemble de nos recherches. Les matières extractives, obtenues par différence, ne représentent donc pas seulement le sucre de lait, l'acide lactique et les pertes, mais aussi une petite quantité de caséine.

» Malgré les réserves qui s'imposent lorsqu'il s'agit de produits dont la composition varie nécessairement suivant leur ancienneté et suivant une foule de circonstances locales, nos analyses viennent à l'appui de tout ce qui a été dit sur la valeur des fromages français ([1]). Si l'on prend, par exemple, le gruyère fabriqué dans les départements qui avoisinent la Suisse, on trouve que 100^{gr} de ce fromage contiennent, sous une forme concrète, autant de matières grasses et azotées qu'un litre de lait, soit plus

---

([1]) La réputation des fromages français est établie depuis longtemps. On sait, par Pline, combien étaient autrefois appréciés, à Rome, les fromages de Nîmes, de la Lozère et du Gévaudan : « Laus caseo Romæ, ubi omnium gentium bona cominus judicantur, e provinciis, Nemausensi præcipua, Lesuræ Gabilicique pagi... (Lib. XI, 97, 1). »

de substances nutritives qu'il n'y en a dans 250^{gr} de viande de boucherie à 75 pour 100 d'eau. Ce fromage, dont le transport est facile, pourrait donc jouer un rôle important dans l'alimentation de l'armée. En l'associant au pain de guerre (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1007) sous forme de panade, on aurait un aliment substantiel qui serait vraisemblablement mieux accepté du soldat que la plupart des potages ou des pains à base de graisse, de viande ou de gluten, qui ont été proposés depuis 1870.... »

(Suit un Tableau donnant la composition centésimale d'une vingtaine de fromages, à l'état normal et à l'état sec.)

BIOLOGIE. — *Sur une méthode de coloration du protoplasma par les pigments des Champignons*. Note de M. L. **Matruchot** (1), présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une récente Communication à l'Académie (2), j'ai exposé une nouvelle méthode de coloration du protoplasma des organismes inférieurs par l'action des pigments bactériens en nature.

» J'ai d'abord rappelé que la constitution morphologique du protoplasma des *Mortierella* (Mucorinées), antérieurement décrite par moi, avait été mise en évidence par la simple cohabitation, sur un même substratum, du mycélium de ce Champignon avec une Bactérie à pigment violet (*Bacillus violaceus?*). J'ai exposé ensuite les résultats obtenus sur des Bactéries elles-mêmes, en particulier la mise en évidence d'un *corps central* chez un Bacille incolore.

» Après avoir décrit ces deux cas particuliers, je faisais entrevoir combien la méthode est générale, puisqu'elle est susceptible d'une double extension. On peut, en effet, d'une part essayer la fixation d'un pigment déterminé sur des protoplasmas d'origine et de nature très variées, d'autre part changer à volonté d'organisme chromogène.

» Dans ce dernier ordre d'idées, on peut, comme je vais le montrer aujourd'hui, remplacer la Bactérie chromogène par un Champignon chromogène.

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) L. Matruchot, *Sur une méthode de coloration du protoplasma par les pigments bactériens* (*Comptes rendus*, 21 novembre 1898).

» On sait que les matières pigmentaires sont très répandues chez les Champignons. Mais elles ont été étudiées surtout chez les Champignons supérieurs, et celles que l'on connaît le mieux sont celles qui restent incluses dans la cellule ou se fixent sur la membrane. Il est cependant tout un groupe de pigments qui sont excrétés au dehors des cellules, et les Champignons inférieurs en fournissent de nombreux exemples.

» Pour le but que je me proposais, j'ai choisi des Mucédinées appartenant au genre *Fusarium* et aux genres voisins. Dans les cultures sur milieux artificiels, certains *Fusarium* produisent très fréquemment un pigment vert qui est mis en liberté dans le milieu ambiant. J'ai fait végéter simultanément, sur un même substratum, un *Fusarium* et un *Mortierella*. Grâce au choix de deux Champignons dont le mycélium est aussi dissemblable, continu dans l'un, cloisonné dans l'autre, on peut reconnaître sans erreur, au milieu du lacis inextricable de leur végétation, ce qui appartient respectivement à l'une ou à l'autre des deux espèces.

» Dans ces conditions, le pigment du *Fusarium* se fixe sur le protoplasma du *Mortierella* et met en évidence une structure identique à celle que fournit l'emploi de la Bactérie à pigment violet. Par conséquent, la méthode de coloration protoplasmique que j'étudie en ce moment, fondée sur l'action de pigments *en nature*, fournit des résultats d'une grande généralité, qui se corroborent mutuellement.

» De la connaissance de ces pigments et de leur mode d'action découlent encore d'autres conséquences. Certains faits de production ou de répartition de pigments, restés jusqu'ici assez inexpliqués, deviennent aisément compréhensibles. J'en citerai seulement quelques exemples.

» M. Dangeard a récemment signalé (¹) la production d'une matière colorante rouge à l'intérieur d'un mycélium de *Mucor racemosus*, le liquide ambiant restant incolore. L'auteur ne fournit aucune explication de cette anomalie, singulière chez une Mucorinée, mais il a pris soin de noter, *comme coïncidence*, le développement d'un *Penicillium* à la surface du liquide : dès lors l'explication devient pour moi évidente. Il est à remarquer, en effet, que le pigment excrété par le mycélium d'un Champignon est parfois différent de celui qui reste fixé sur l'appareil fructifère, et qui donne au Champignon sa nuance caractéristique. Il existe, en particulier, ainsi que je m'en suis assuré à plusieurs reprises, divers *Penicillium* à spores vertes qui diffusent, dans les liquides de culture, un pigment rouge (²). Dans la culture faite par M. Dangeard, c'est

(¹) Dangeard, *Sur la production accidentelle d'une matière colorante rouge dans une culture de* Mucor racemosus (*Le Botaniste*, 5ᵉ série, 1897, p. 318).

(²) M. Van den Dries a d'ailleurs observé le même fait sur le *Sterigmatocystis nigra*.

précisément le *Penicillium* qui avait sécrété la matière colorante rouge. Ce pigment avait diffusé dans le liquide, mais trop peu abondamment pour le colorer; il avait ensuite été peu à peu absorbé par les filaments de *Mucor*, sur lesquels il s'était fixé par places.

» D'autres fois il y a coloration du Champignon par lui-même : telle partie du mycélium se colore, parce que son protoplasma fixe un pigment que telle autre partie du mycélium avait, au préalable, diffusé dans le milieu ambiant.

» Dans son intéressante étude sur les *Monascus purpureus*, M. C. Went ([1]) signale la bizarrerie de la répartition de la matière colorante dans ce Champignon. Il y a des filaments incolores et des filaments colorés en pourpre. Parfois, de deux cellules qui se font suite dans le thalle, l'une est colorée, l'autre reste incolore. Le périthèce peut présenter quatre cas différents : il peut être tout à fait incolore; ou bien les spores sont incolores, mais la couche couvrante est colorée; ou encore les spores peuvent être pourpres et les filaments couvrants incolores; ou enfin, le tout a une couleur pourpre foncé.

» J'ai observé les mêmes faits dans l'*Eurotiopsis Gayoni* Cost., étudié par M. Laborde ([2]), et dans une espèce du même genre que je nomme *Eurotiopsis Saussinei* ([3]). J'ai constaté qu'il s'agit, dans ce cas, d'un pigment excrété au dehors et susceptible de se fixer sur des filaments prenant par hasard contact avec lui.

» Cette simple notion suffit pour comprendre la répartition inégale, si capricieuse en apparence, de la coloration du mycélium dans ces diverses espèces ([4]).

» Enfin il convient de signaler l'utilité que peuvent présenter, pour la systématique de divers groupes d'Ascomycètes, ces notions nouvelles sur les pigments. On fait parfois intervenir comme caractères spécifiques la coloration ou la non-coloration des spores, des paraphyses, etc. Ce qui vient d'être dit montre combien ce caractère est peu précis, puisqu'une même espèce peut avoir, selon les circonstances, ses paraphyses et ses spores tantôt incolores et tantôt colorées.

» *En résumé :* Chez certains Champignons les pigments, excrétés au

---

([1]) C. Went, Monascus purpureus, *le Champignon de l'Ang-quac, une nouvelle Thélébolée* (*Annales des Sc. nat.: Bot.*, 8e série, t. I, 1895, p. 1).

([2]) Laborde, *Sur l'*Eurotiopsis Gayoni (*Ann. de l'Institut Pasteur,* t. XI, 1897, p. 1).

([3]) Cette dernière espèce est nouvelle et provient de la Martinique. Elle m'a été envoyée par mon camarade et ami M. Saussine, professeur au lycée de Saint-Pierre.

([4]) La question se pose aussi de savoir pourquoi le Champignon n'est chromogène que dans certaines conditions. Mais c'est là un tout autre problème.

dehors des cellules, sont susceptibles de se fixer sur le protoplasma d'autres organismes vivants et d'en déceler partiellement la structure. Ce procédé de coloration, appliqué en particulier à diverses Mucorinées, m'a conduit aux mêmes résultats que l'emploi des pigments bactériens en nature.

» En outre, la connaissance de ces pigments et de leur mode d'action sur le protoplasma m'a permis d'élucider divers points obscurs de la biologie de Champignons d'ordres divers. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des anesthésiques sur la formation de la chlorophylle.* Note de MM. **E.-C. Téodoresco** et **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier [1].

« Parmi les faibles notions que nous possédons relativement à l'action des anesthésiques sur les plantes, l'une des plus curieuses est certainement celle qui a été introduite dans la Science par Claude Bernard, et d'après laquelle ces substances abolissent momentanément l'assimilation du carbone. Il était intéressant de rechercher si ces mêmes anesthésiques ont une action quelconque sur la formation de la chlorophylle.

» Nous ne connaissons aucun travail relatif à cette question.

» Dans le but de combler cette lacune, nous nous sommes adressés à des plantes qui, depuis le début de leur germination, avaient été étiolées par un séjour plus ou moins long à l'obscurité. Les plantules enracinées étaient mises sous des cloches absolument closes et de grandes dimensions (10^{lit} de capacité), de telle sorte que les échanges gazeux n'étaient nullement troublés par cet état confiné. Des pots témoins étaient placés, sous cloche, dans des conditions identiques. Les premières cloches en expérience recevaient une certaine dose d'anesthésique à l'état liquide, qui s'évaporait presque immédiatement. Toutes étaient placées au jour, à la lumière diffuse qui est, on le sait, plus favorable au verdissement que le plein soleil. Les pots, mis en expérience le matin, étaient retirés le soir, ou remis sous cloche jusqu'au lendemain, après renouvellement de l'air et de l'anesthésique. Pour se rendre compte si les plantules anesthésiées étaient bien vivantes, on les laissait, ensuite, en plein air, et l'on voyait ainsi si elles continuaient à croître et à verdir, indices certains de leur vitalité.

---

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

» L'état de leur verdissement était comparé, au sortir de la cloche à anesthétique, avec celui des plantules mises sous cloche sans anesthésique.

» Nous sommes ainsi arrivés à cette notion que les anesthésiques, pris à une dose convenable et agissant pendant un temps déterminé, empêchent complètement la formation de la chlorophylle.

» Nos expériences ont surtout porté sur le Blé, la Vesce commune, le Lupin blanc et le Sarrasin. Les anesthésiques employés étaient l'éther sulfurique et le chloroforme.

» Le Tableau suivant indique les résultats d'une partie de nos expériences.

Nom de la plante.	Nature des anesthésiques.	Quantité d'anesthésique en centim. cubes.	Durée d'action.	Observations.	
				Plantes anesthésiées.	Plantes témoins, non anesthésiées.
Blé	Éther.	3,0	24h	Léger verdissement.	Plantes franchement vertes.
Blé	»	4,0	24	Léger verdissement à la base.	Plantes entièrement vertes.
Blé	»	4,5	5	Léger verdissement à la base.	Plantes franchement vertes, surtout à la base.
Blé	»	5,0	27	Traces infimes de verdissement à la base.	Plantes entièrement vertes.
Blé	»	5,0	48	Les plantes sont mortes.	Plantes entièrement vertes.
Blé	»	5,0	20	Verdissement nul.	Plantes entièrement vertes.
Blé	»	5,5	17	Verdissement nul.	Plantes très vertes.
Blé	Chloroforme.	0,5	6	Verdissement nul.	Plantes vertes, surtout à la base.
Blé	»	0,5	29	Traces de verdissement à la base.	Plantes entièrement vertes.
Blé	»	0,8	7	Verdissement nul.	Plantes franchement vertes, surtout à la base.
Blé	»	1,0	24	La plante est morte.	Plantes entièrement vertes.
Vesce commune	Éther.	4,0	8	Verdissement nul.	Plantes verdissant dans la région supérieure.
Vesce commune	»	4,0	32	Très léger verdissement.	Plantes franchement vertes dans la région supérieure.
Vesce commune	»	4,5	22	La plante est morte.	Plantes franchement vertes dans la région supérieure.
Vesce commune	Chloroforme.	0,8		Verdissement nul.	Plantes verdissant dans la région supérieure.
Lupin blanc	Éther.	4,5	24	Verdissement nul des feuilles; léger verdissement des cotylédons; verdissement nul de la tige.	Feuilles et cotylédons vert pâle, tige verdâtre.
Lupin blanc	»	5,3	9	Verdissement nul,	Cotylédons verdissant.
Lupin blanc	Chloroforme.	1,0	9	Verdissement nul.	Cotylédons verdissant.
Sarrasin	Éther.	4,0	30	Verdissement nul.	Feuilles vertes.

» On voit donc qu'il ne s'est produit aucun verdissement à la lumière :

» Pour le Blé, pendant vingt heures, avec une dose de 5^{cc} d'éther, et, pendant sept heures, avec une dose de $0^{cc},8$ de chloroforme;

» Pour la Vesce commune, pendant huit heures, avec une dose de 4^{cc} d'éther, et, pendant six heures, avec une dose de $0^{cc},8$ de chloroforme;

» Pour le Lupin blanc, pendant neuf heures, avec 1^{cc} de chloroforme, et, pendant neuf heures, avec $5^{cc},3$ d'éther;

» Pour le Sarrasin, pendant trente heures, avec une dose de 4^{cc} d'éther.

» Cette propriété de s'opposer à la formation de la chlorophylle paraît générale pour les anesthésiques. C'est ainsi qu'en nous adressant au sulfure de carbone nous avons obtenu des résultats analogues. Le verdissement à la lumière ne s'est pas produit :

» Pour le Lupin blanc, pendant neuf heures, avec $1^{cc},5$;

» Pour le Sarrasin, pendant six heures, avec 1^{cc}.

» De nombreuses expériences nous ont prouvé qu'il y a, dans chaque cas, une quantité déterminée d'anesthésique pour obtenir le maximum d'action sans tuer la plante. On peut en juger par plusieurs des résultats reproduits dans le Tableau précédent. En effet, les mêmes substances, prises à une dose plus forte ou pendant des temps plus longs, commencent par rendre la plante malade, puis la tuent. Mais il est intéressant de noter que les mêmes anesthésiques, pris à une dose plus faible que celle indiquée ci-dessus, diminuent considérablement la production de la chlorophylle, et d'autant moins que leur quantité est plus faible. C'est ainsi que 3^{cc} à 4^{cc} d'éther permettent encore au Blé de verdir légèrement à la base pendant vingt-quatre heures, et que les 5^{cc} d'éther qui annihilent le verdissement du Blé laissent encore pendant vingt-quatre heures se former de la chlorophylle dans les cotylédons du Lupin blanc, mais non dans les feuilles ni dans la tige, lesquelles restent jaunes.

» On voit que les doses optima peuvent être variables avec les espèces et la nature des organes du végétal.

» *En résumé :* 1° Les anesthésiques, employés à une dose convenable et pendant un temps déterminé, empêchent la production de la chlorophylle chez les plantes étiolées exposées à la lumière;

» 2° Les anesthésiques, employés à une dose plus faible que celle qui s'oppose à la production de la chlorophylle, diminuent considérablement le verdissement des plantes;

» 3° Les doses d'un même anesthésique, qui produisent le maximum

d'action, sans tuer la plante, varient avec les espèces végétales, mais dans des limites assez peu éloignées. »

BOTANIQUE. — *Étude géobotanique sur la flore des hauts bassins de la Sallanche et du Trient*. Note de M. **Paul Jaccard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La région dont il s'agit est nettement délimitée : elle s'étend à l'est de la chaîne calcaire allant de la Dent du Midi au Buet et ne correspond, à l'occident, avec les chaînes des Alpes lémaniennes, que par des cols étroits de 2500^m d'altitude moyenne. Ce territoire est partagé, par les chaînons du Luisin d'une part, du Bel Oiseau et de Fontanabran d'autre part, en trois vallons parallèles dont l'altitude moyenne est de 1800^{mm} à 1900^m. L'ouverture des trois vallons se fait sensiblement dans la direction de la grande coupure valaisane, de sorte qu'ils présentent un versant exposé au nord et un au midi. Ce qui rend cette région intéressante, c'est qu'elle est traversée par la ligne de partage des terrains calcaires préalpins et des gneiss appartenant au système des Alpes granitiques centrales.

» En établissant la statistique florale de chacun des versants ainsi que des diverses stations dans les trois vallons, je suis parvenu à mettre en relief, d'une façon frappante, l'influence de l'*exposition,* celle de la *déclivité* du sol et celle de la *concurrence* entre les espèces, dans la distribution florale et dans la présence des diverses associations végétales.

» 1. Sur le versant méridional d'Emaney, entre 1900^m et 2300^m, règne d'une façon presque continue la prairie alpine plus ou moins luxuriante; on peut y relever plus de 200 espèces de plantes, la plupart appartenant à la flore alpine. Sur le versant opposé, dont toutes les conditions, sauf celle de l'exposition, sont sensiblement égales, on rencontre, entre 1900^m et 2100^m, un fourré d'*Alnus viridis,* accompagné de *Rhododendron* et de hautes herbes dont le cinquième à peine sur 60 appartient à la flore alpine, les autres sont des plantes de la flore silvatique des basses régions montagneuses; par leur exubérance, elles ont refoulé la flore alpine qui prospère à 300^m ou 400^m de distance sur le versant opposé.

» A 2100^m, l'existence d'un petit plateau, interrompant la pente générale du versant, détermine l'apparition d'un *callunetum,* où, sur un fond de mousses et de sphaignes, prospèrent la Bruyère commune, les *Vaccinium myrtillus* et *uliginosus,* avec une dizaine d'espèces herbacées tout au plus.

Vers 2200^{m}, le sol est couvert par les formations de l'*Azalea procumbens*, de l'*Empetrum nigrum* et du *Lichen des rennes;* dans les dépressions et les petits vallons, c'est la formation de l'*Alchemilla vulgaris,* accompagnée du *Plantago alpina* et du *Gnaphalium supinum,* qui occupe le terrain.

» L'influence considérable de l'exposition se révèle encore par la présence d'une prairie alpine de peu d'étendue, vers 2200^{m} d'altitude. Cette formation, dont la composition florale est à peu près la même que celle du versant méridional du vallon d'Emaney, doit sa présence, à cette altitude sur ce versant septentrional, à l'exposition particulière déterminée par une dépression latérale au-dessus d'un petit lac de barrage.

» 2. En comparant les pentes méridionales calcaires de Gagnerie [1] avec celles du Luisin, qui sont gneissiques, on voit qu'elles sont toutes deux couvertes par la prairie alpine; le nombre des espèces y est à peu près le même; mais la composition florale est fort différente. On n'y compte guère qu'un tiers des espèces qui soient communes aux deux versants. La différence provient, pour une part, de la présence des calcicoles exclusives sur l'un des versants, et des silicicoles exclusives sur l'autre; mais cela représente à peine le cinquième de la flore totale; la différence dans la répartition des espèces indifférentes au point de vue chimique peut s'expliquer en partie par la nature des stations actuelles, mais elle doit provenir aussi, dans une certaine mesure, des conditions qui présidèrent jadis à la répartition des espèces, conditions qui ont été modifiées depuis, mais qui ont pu donner à certaines plantes, vis-à-vis de leurs concurrentes, les avantages d'une situation acquise. (Parmi les causes de répartition florale qui ont dû se modifier d'une façon sensible, il faut comprendre surtout l'ablation subie par les anciennes moraines, grâce à l'érosion.)

» 3. En ce qui concerne la provenance des éléments floraux, on remarque que le fond de la végétation se rattache à la flore des Alpes savoisiennes; il faut y ajouter une vingtaine d'éléments particuliers aux Alpes granitiques.

» 4. La nature du substratum, lorsqu'elle agit seule, établit dans la flore du territoire considéré des différences beaucoup moins frappantes que celles qui résultent des différences d'exposition ou de déclivité. On peut faire la même remarque à propos de l'altitude. De part et d'autre de la ligne de séparation des terrains, on peut noter une douzaine d'espèces seulement, de chaque côté, qui ne franchissent pas la ligne de séparation.

---

(1) Contrefort de la Dent du Midi.

» 5. Les éléments granitiques se sont certainement introduits par immigration orientale depuis les hautes Alpes valaisanes.

» A propos de la présence de semblables éléments constatée sur le flysch des Alpes de Savoie, je ne puis accepter la théorie des *filtres*, proposée par M. Briquet (¹); je crois pouvoir poser en principe qu'on peut s'attendre à rencontrer ces mêmes éléments sur toute la lisière méridionale des préalpes, partout où le terrain houiller, le permien métamorphique et le flysch constituent un substratum siliceux.

» 6. En ce qui concerne l'immigration post-glaciaire de la flore du bassin du Trient, je distinguerai trois phases :

» *a*. Une immigration par *voie orientale* des éléments de la flore nivale et morainique, ainsi que celle des hauts rochers et pelouses (²);

» *b*. Une immigration *occidentale* d'éléments alpins et subalpins résultant du dégagement des glaces, dû à la période xérothermique; en même temps, ascension des forêts de mélèzes et d'arolles sur les flancs orientaux, suivie d'un refoulement partiel de la flore alpine et de l'installation d'une flore silvatique;

» *c*. La période actuelle, caractérisée dès le début par un abaissement dans la limite des forêts et dans celle de l'élément silvatique, par la disparition de plus en plus complète des dépôts morainiques permettant à la végétation d'acquérir sa distribution actuelle.

» 7. L'exploration détaillée de cette région depuis si longtemps visitée par les botanistes m'a permis d'y découvrir un bon nombre de plantes ou de stations nouvelles, ce qui montre avec quelle prudence il faut conclure à l'absence de telle ou telle espèce dans une région qui n'a pas été soumise à une exploration systématique consciencieuse, ce qui est encore le cas pour une bonne partie de la chaîne des Alpes.

» La découverte la plus intéressante concerne le *Carex microglochin* à Barberine. Cette espèce, très rare dans les Alpes valaisanes, n'avait pas encore été signalée à l'ouest de la vallée de Bagne (³). »

(¹) J. Briquet, *Recherches sur la flore du district savoisien*, p. 42. — *Notes sur la flore du massif de Plate*, p. 52; 1895.

(²) L'absence de certains types morainiques silicicoles, tels que *Cerastium uniflorum* et *glaciale, Callianthemum rutæfolium*, etc., dans le bassin du Trient, peut s'expliquer par l'ancienne extension prépondérante des moraines calcaires dans cette région et leur persistance jusqu'au moment où l'établissement des forêts et des éléments silvatiques vint constituer un obstacle sérieux à leur introduction depuis les Alpes granitiques voisines.

(³) Le Mémoire complet paraîtra dans la *Revue générale de Botanique*, dirigée par

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte de fossiles dans les assises qui constituent en Provence la formation dite* étage de Vitrolles, *et sur la limite des terrains crétacés et tertiaires dans le bassin d'Aix* (*Bouches-du-Rhône*). Note de M. G. **Vasseur**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La puissante série de sédiments fluvio-lacustres qui représente, dans le bassin d'Aix, les dernières divisions du terrain crétacé et les parties inférieure et moyenne de l'éocène, comprend une succession de couches rutilantes (argiles et grès avec lits de calcaire et de poudingue intercalés) que les géologues ont désignée sous le nom d'*étage de Vitrolles* et qui sépare les calcaires lacustres crétacés de Rognac des calcaires éocènes à *Physa prisca* Noul. Aucun fossile n'ayant été découvert jusqu'à présent dans cette formation [1], il n'avait pas été possible d'établir si les couches vitrolliennes doivent être assimilées au dernier terme de la série secondaire, c'est-à-dire à l'étage montien, ou à la première division des terrains tertiaires, l'étage thanétien [2].

» Les observations que nous allons faire connaître suppriment aujourd'hui toutes les difficultés relatives à cette question, en montrant que la limite du crétacé et du tertiaire dans le bassin d'Aix doit être placée *au milieu même du système de Vitrolles*, et, pour mieux préciser, au-dessus du niveau calcaire connu des géologues sous le nom de *marbre de Vitrolles et de la Galante*.

» 1° A 6^{m} environ au-dessus de la barre calcaire de Rognac, il existe, dans les argiles rouges qui affleurent sous le village même de Vitrolles, un lit de calcaire très noduleux contenant, comme les couches rognaciennes, des coquilles de *Bauxia*. Cet

---

M. Gaston Bonnier; il sera accompagné d'une Carte explicative donnant la distribution des associations végétales caractéristiques.

(1) Nous montrerons prochainement que l'horizon fossilifère (*mélanies, paludines et unios*) des environs du Tholonet (Roqueshaute), classé par M. Collot dans les couches de Vitrolles, appartient à un étage plus ancien de la série fluvio-lacustre crétacée.

(2) Voir les nombreuses publications de M. Matheron sur la Provence. — Collot, *Desc. géol. des environs d'Aix-en-Provence*, 1880, p. 100 (*Carte géol.: Feuille d'Aix* au $\frac{1}{80000}$). — Villot, *Ann. des Mines*, 3e série, n° 41883. — Roule, *Recherches sur les terrains fluvio-lacustres inférieurs de Provence* (*Ann. des Sciences géol.*, t. XVIII, 1885.). — De Grossouvre, *Bull. de la Société géol. de France*, 3e série, t. XXV. — Vasseur, *Note préliminaire sur la constitution géologique du bassin tertiaire d'Aix-en-Provence* (*Ann. de la Fac. des Sc. de Marseille*, juillet 1897).

horizon, qui se poursuit vers l'est, nous a fourni en outre à la Billonne, près des Pennes, des *unios* empâtés dans des concrétions; il n'y a d'ailleurs aucune raison pour ne pas le rattacher encore à l'étage de Rognac.

» 2° C'est également dans les environs des Pennes, à l'est du hameau des Pinchinades, que nous avons rencontré les fossiles plus intéressants de la série vitrollienne. Le calcaire compact gris et blanc qui se montre à cet endroit, à 3^m au-dessus des calcaires marmoréens bariolés (marbre de Vitrolles), renferme, en effet, de très petites Physes, que nous ne saurions distinguer de la *P. montensis,* signalée à Mons par MM. Cornet et Briart.

» Ce fait a d'autant plus d'importance que nous avons trouvé dans les bancs argilo-calcaires, situés seulement à 6^m plus haut, plusieurs exemplaires de *Physa prisca,* espèce de grande taille, considérée comme la forme représentative, pour le midi de la France, de la *Physa gigantea* Michaud, des calcaires thanétiens de Rilly dans le bassin de Paris.

» 3° Au contact des calcaires à *Physa montensis* et de l'argilolithe rouge supérieure, nous avons enfin découvert de nombreux Gastropodes terrestres appartenant à un genre nouveau de la famille des *Pupidæ.* Nous nous proposons de dédier à M. Matheron, sous le nom générique de *Palæostrophia* (*P. Matheroni*), ce type de Mollusques si particulier, qui rappelle assez les *Strophia* par la forme générale et le mode d'ornementation, mais diffère de ce genre par la disposition de l'ouverture.

» 4° La barre des Pinchinades est recouverte par des argiles et argilolithes rutilantes, comprenant des intercalations de poudingue à éléments anciens; c'est la division supérieure des argiles de Vitrolles, à laquelle on peut attribuer une trentaine de mètres d'épaisseur. Toutefois, si l'on suit, dans la direction des Pennes, ces dépôts vivement colorés en rouge par le fer, on y voit bientôt apparaître, en coins, de nombreux lits plus pâles et très calcareux; ces bancs gagnent peu à peu en épaisseur aux dépens des argiles, se soudent plus ou moins entre eux et, passant quelquefois à des calcaires plus purs, se réunissent finalement à la masse sus-jacente des calcaires à *Physa prisca.*

» Il résulte de ces modifications de facies que, près du village des Pennes, il n'existe plus que 3^m ou 4^m d'argile rouge séparant le calcaire des Pinchinades de la série calcaire supérieure.

» La découverte que nous avons faite de plusieurs spécimens de *Physa prisca,* à la base même de ces calcaires supérieurs, nous autorise donc aujourd'hui à rattacher à l'éocène inférieur la plus grande partie des couches argileuses de Vitrolles situées au-dessus de l'horizon fossilifère des Pinchinades.

» *En résumé,* la découverte de quatre horizons fossilifères dans la série des couches de Vitrolles nous amène aux conclusions suivantes :

» 1° La faune de Rognac (*Bauxia*) se maintient dans les parties les plus inférieures de cette série;

» 2° Les argiles rouges, avec intercalations de grès et poudingue, infé-

rieures au calcaire marmoréen de Vitrolles, ce calcaire et celui des Pinchinades à fossiles d'eau douce montiens (¹) représentent le calcaire de Mons et, dans le bassin sous-pyrénéen, le garumnien supérieur des auteurs, c'est-à-dire les argiles rouges superposées au *calcaire lithographique* de Leymerie (²) et, plus à l'ouest, l'horizon du *Micraster tercensis*, caractérisé par des espèces marines de l'étage montien (*Trochus Lefebvrei* B et C, *Cerithium inopinatum* B et C, *C. montense* B et C, *Rostellaria Houzeaui* B et C (³).

» 3° Les formations rutilantes (argiles, argilolithes, grès et poudingues) qui recouvrent le calcaire des Pinchinades appartiennent à l'étage thanétien et constituent un facies local de la base des calcaires à *Physa prisca* auxquels on les voit passer latéralement. Cette division a pour équivalents, dans le sud-ouest de la France, les calcaires à Milioles situés à la base du nummulitique et les calcaires à *Physa prisca* de Montolieu et de la région de l'Alaric (⁴).

» La série des couches rutilantes de Vitrolles appartient donc, pour ses assises inférieures, au terrain crétacé tandis que sa division supérieure doit être rapportée au terrain éocène. »

NAVIGATION. — *Mesures proposées pour éviter les collisions de navires en temps de brouillard.* Note de M. E. Lacoine, présentée par M. Mascart. (Extrait.)

« Pour diriger la marche d'un navire à l'entrée d'un port, on peut installer de part et d'autre du passage deux postes, dits *phonophoriques*, reliés électriquement et munis d'appareils propres à produire simultanément et à intervalles réguliers des sons intenses de tonalités différentes. Le temps qui s'écoule entre l'audition des deux sons sur le navire indique la différence des distances aux deux postes, de sorte que le navire se trouve sur une hyperbole déterminée, ayant ces postes pour foyers.

(¹) Le niveau fossilifère qui nous a fourni les *Palæostrophia* renferme encore la *Physa montensis* et forme, par conséquent, la partie supérieure de l'étage montien.

(²) Ce calcaire renferme, d'après M. Mayer-Eymar, des fossiles rognaciens (*Bauxia*). Voir Hébert, *Bulletin de la Société géologique de France*, 3ᵉ série, t. X, p. 558.

(³) De Grossouvre, *Bulletin de la Société géologique de France*, 3ᵉ série, t. XXV, p. 558.

(⁴) Bresson, *Comptes rendus des collaborateurs : Service de la Carte géologique de France*, Campagne de 1896.

» Si l'un des postes émet en même temps deux sons, l'un dans l'air et l'autre dans l'eau, le navire étant muni de récepteurs pour entendre l'un et l'autre, la distance elle-même se déduira du temps qui s'écoule entre les deux auditions, par suite de la vitesse inégale de propagation dans les deux milieux.

» Enfin, deux navires peuvent encore déterminer leur distance réciproque, soit par des appareils à double propagation, dans l'air et dans l'eau, soit à l'aide d'un simple son produit par le premier navire et que l'autre répète aussitôt après l'audition; s'il n'y a pas de temps perdu, la distance est donnée sur le premier navire par l'intervalle du son produit et de l'arrivée du son répété. Dans ce cas, les navires s'avertiraient, par un signal sonore convenu, de se préparer à une communication phonophorique [1]. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *A propos du rayon vert.* Note de M. **Piot-Bey**, présentée par M. A. Chauveau. (Extrait.)

« Peu de contrées paraissent se prêter autant que l'Égypte à la manifestation du rayon vert. Aussi est-il d'observation courante dans toute la Basse-Égypte, au sommet du Delta comme à Alexandrie et à Suez, au lever comme au coucher du Soleil.

» Malgré la très courte durée de son apparition, le rayon est perçu très nettement; toujours d'un beau vert d'émeraude, la couleur est généralement plus éclatante au lever de l'astre. A son coucher, lorsque l'observateur prévenu peut suivre plus attentivement la production du phénomène, sa durée paraît un peu plus longue, et, alors, il n'est pas rare de voir le rayon ultime prendre très distinctement une coloration *bleue*.

» M. William Groff (*Bulletin de l'Institut égyptien,* mars 1893, p. 149; nov. 1893, p. 360, etc.), affirme avoir souvent observé, au Soleil levant, ce premier rayon bleu, précédant immédiatement le rayon vert.

» Ses observations ayant été faites habituellement près des ruines de Memphis, non loin de la Pyramide à degrés de Saqqarah, il a même avancé que les anciens Égyptiens avaient très probablement été témoins de ce curieux phénomène. Il en trouve la preuve dans ce fait que, sur un grand nombre de monuments, et, en particulier, sur une stèle de la Ve dynastie, le signe idéographique-syllabique (kha) , représentant le Soleil

(1) Sans examiner les difficultés pratiques de cette méthode, il n'est pas inutile de rappeler que l'utilisation des vitesses de propagation du son dans l'air et dans l'eau avait été déjà proposée par Arago.

levant, porte la couleur bleue sur sa bande extérieure, et la couleur verte sur les deux bandes intérieures.

» En tous cas, cette thèse ne paraît nullement invraisemblable si l'on considère que les Égyptiens étaient très versés dans l'étude des sciences contemplatives, et particulièrement en Astronomie. Or le phénomène du rayon vert se présente avec beaucoup de netteté aux environs de Memphis, l'une des grandes capitales de l'ancien Empire; il est donc peu probable qu'une particularité aussi remarquable de leur dieu Râ eût échappé à la sagacité de leurs observations.

» D'autre part, leurs écrits, d'après M. W. Groff, comporteraient plusieurs allusions à la couleur verte du Soleil à son lever; ils assimilaient le disque solaire sortant de l'horizon à une pierre précieuse, la *mafek,* couleur de l'émeraude.

» Quoi qu'il en soit de l'ancienneté d'observation du rayon vert, il est hors de doute, ainsi que l'avançait M. de Maubeuge (séance du 26 septembre) : 1° que le rayon vert est un phénomène absolument objectif; 2° que l'horizon de la mer n'est pour rien dans cette coloration verte; 3° qu'il n'entre aucune suggestion dans l'observation de ce rayon. »

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

ERRATA.

(Séance du 7 novembre 1898.)

Note de MM. *André Delebecque* et *Étienne Ritter,* Sur quelques lacs des Pyrénées-Orientales, etc. :

Page 741, lignes 1, 12 et 15, en remontant, *au lieu de* d'Ayons, *lisez* d'Ayous.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 DÉCEMBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Aperçu sur la théorie de la bicyclette : équilibre du cavalier;* par M. J. BOUSSINESQ.

« I. Sur route unie, à une allure réglée, la vitesse V s'écarte peu d'une moyenne V_m, et ([1]) les deux petits produits $V\alpha$, $V^2\alpha$ ne diffèrent pas sensiblement de $V_m\alpha$, $V_m^2\alpha$. L'équation (7), résolue par rapport à la dérivée seconde de θ, prend donc, en y effaçant d'ailleurs l'indice (désormais inutile) de V_m, la forme linéaire

$$(8) \qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{b'V}{ah'}\frac{d\alpha}{dt} - \frac{g}{h'}\left(\frac{V^2}{ga}\alpha - \theta\right).$$

» L'art du cavalier consiste à régler, à chaque instant, grâce au guidon,

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 843.

la dérivée $\frac{d\alpha}{dt}$, de manière à maintenir très petite l'inclinaison θ. Celle-ci ne peut grandir, ou plutôt s'écarter de sa valeur normale $\frac{V^2}{gR} = \frac{V^2}{ga}\alpha$ donnée par (5) ou (8) sur une voie d'un rayon R de courbure assigné, que si sa dérivée première en t, rendue, par une circonstance accidentelle quelconque, un peu sensible, et égale à une petite quantité donnée ε au moment où débute la perturbation qui en résulte, conserve une valeur appréciable pendant un certain temps. La circonstance en question peut être, par exemple, la rencontre d'un caillou sur la route, ou un coup de vent soufflant de côté, ou un mouvement spontané du bicycliste, etc. Le cavalier devra donc alors faire acquérir, à la dérivée seconde de θ, des valeurs de signe contraire au signe même de ε, et capables d'annuler rapidement la dérivée première de θ. Il le pourra, puisqu'il dispose *immédiatement*, dans (8), de la vitesse angulaire $\frac{d\alpha}{dt}$, que j'appellerai ω, du guidon.

» On voit qu'il devra donner à cette vitesse angulaire le signe de ε, c'est-à-dire *incliner le guidon vers le côté où il se sent jeté;* et, aussi, que les variations *naissantes* de α et de θ viendront, les premières, concourir à son action, les secondes, la contrarier. L'effet utile des premières l'emportera sur l'effet nuisible des secondes, si la vitesse ω de rotation du guidon excède la fraction $\frac{ga}{V^2}$ de la vitesse initiale ε d'inclinaison, fraction d'autant plus faible que l'allure est plus rapide. En effet, dans le second membre de (8), le binome $\frac{V^2}{ga}\alpha - \theta$, nul à l'instant initial $t = 0$ de la perturbation, deviendra positif, son premier terme grandissant plus vite que le produit εt, alors que θ croît, au contraire, moins que εt.

» II. Supposons, pour simplifier, ε assez petit, ou ω assez grand, pour que la dérivée première de θ s'annule avant que θ ait eu le temps de varier d'une manière notable.

» Alors le dernier terme, binome, de (8), d'abord nul, aura valu sensiblement $-\frac{V^2}{ah'}\int_0^t \omega\, dt$. Et l'équation (8) multipliée par dt, puis intégrée durant tout le petit temps τ nécessaire pour annuler la vitesse $\frac{d\theta}{dt}$ d'inclinaison, qui était d'abord ε, donnera

$$(9) \qquad \varepsilon = \frac{b'V}{ah'}\int_0^\tau \omega\, dt + \frac{V^2}{ah'}\int_0^\tau dt \int_0^t \omega\, dt.$$

» Désignons par ζ l'angle total $\int_0^\tau \omega\, dt$ dont le guidon aura tourné. La vitesse angulaire moyenne du guidon aura donc été $\frac{\zeta}{\tau}$; et l'on obtiendra une valeur approchée du dernier terme de (9) en y remplaçant ω par cette moyenne. La formule (9) devient alors la relation approchée, entre ε, ζ et τ,

$$\varepsilon = \frac{V}{a}\left(\frac{b'}{h'} + \frac{V\tau}{2h'}\right)\zeta. \tag{10}$$

» La rotation ζ du guidon est d'autant moindre qu'elle a eu un temps τ plus long pour s'effectuer et produire son effet d'annulation sur la vitesse $\frac{d\theta}{dt}$ de renversement. Sa valeur correspondant à l'hypothèse ($\tau = 0$) d'une action instantanée serait $\frac{ah'}{b'V}\varepsilon$; de sorte que l'on aura

$$\zeta < \frac{ah'}{b'V}\varepsilon. \tag{11}$$

» Une fois la vitesse de renversement annihilée, et toujours dans l'hypothèse qu'elle l'ait été avant que la variation totale de θ (comparable à $\frac{1}{2}\varepsilon\tau$) soit devenue sensible, le cavalier, s'il veut éviter d'avoir à neutraliser ensuite une perturbation de sens contraire, pourra cesser d'influer sur θ et annihiler cependant, à son tour, le petit écart total ζ éprouvé par l'angle α des traces des deux roues sur le sol, afin de retrouver le rayon primitif R de courbure de sa trajectoire, qui lui est imposé par la configuration du chemin à suivre. Il devra, pour cela, faire vérifier désormais par α l'équation (8) débarrassée de son premier terme, c'est-à-dire, s'il compte alors les temps à partir du moment où θ a eu sa dérivée annulée, adopter pour la partie variable $\Delta\alpha$, devenue ζ, de l'angle α, la formule $\zeta e^{-\frac{Vt}{b'}}$, qui la rend insensible après un parcours Vt de trois ou quatre longueurs b'.

» III. Le changement d'orientation de la bicyclette sur la route, causé par la perturbation, aura été insignifiant pendant que s'effectuait la première rotation ζ du guidon par rapport au cadre, puisque l'instant τ de sa durée est supposé négligeable. Pendant que le guidon revient ensuite à sa première position relative, ce changement d'orientation sur le sol (ou par rapport à l'axe de la route) égale évidemment, par unité du chemin parcouru $\int ds$ ou $\int V\, dt$, le changement même $\frac{\Delta\alpha}{a}$ de la courbure; et il est en tout, très

sensiblement,

$$(12)\qquad \int_0^\infty \frac{\Delta\alpha}{a} V\,dt = \frac{V\zeta}{a}\int_0^\infty e^{-\frac{Vt}{b'}}dt = \frac{b'\zeta}{a},$$

quantité inférieure, d'après (11), à la limite très petite $\frac{h'}{V}\varepsilon$. Elle serait encore moindre, si le cavalier se penchait en avant pendant le premier temps, τ, de la manœuvre, pour y rendre b' le plus grand possible et, d'après (10), réduire ζ; puis, s'il se redressait et se portait, au contraire, un peu en arrière durant la seconde phase, afin de diminuer alors b' et aussi, dans (12), le rapport de b' à a (1).

» D'ailleurs, les déviations absolues qu'aura éprouvées en même temps la bicyclette sur le sol, par rapport à sa trajectoire directe ou non troublée, sont évidemment insignifiantes.

» En résumé, les petits chocs transversaux tendant au renversement de la machine pourront, *à une allure* V *suffisamment rapide,* être corrigés sans dérangement appréciable, grâce à la manœuvre du guidon, qui finira par devenir instinctive chez le cavalier.

» Au reste, comme l'a expliqué judicieusement M. Bourlet dans son *Nouveau traité des bicycles et bicyclettes* (*équilibre et direction*) (Paris, Gauthier-Villars, p. 95 et 89), des dispositions, concernant la direction et la place de l'axe autour duquel tourne le plan de la roue directrice, sont prises, dans les machines actuelles : 1° pour que cette roue s'incline, par l'effet tant de son poids que de la pression du sol sur elle, du côté où la bicyclette viendrait à pencher, de manière à remédier automatiquement, en marche rectiligne, à cette inclinaison; et aussi, 2° pour que, une fois la situation verticale du cadre rétablie, le frottement du sol sur la roue directrice, en tirant vers l'arrière le bas de cette roue, la ramène dans le plan du cadre.

» IV. Des perturbations que l'on aurait négligé de neutraliser au début, et où l'inclinaison θ serait devenue sensible, donneraient lieu à des formules plus compliquées, parce que les quatre termes de l'équation (8) y interviendraient à la fois par des valeurs notablement variables. Je ne m'occuperai pas en détail de ce cas. J'observerai seulement que θ pourra y deve-

---

(1) Toutefois, ces changements d'attitude devraient peut-être se faire trop vite pour ne pas mettre en défaut nos formules, dont la démonstration suppose que le cavalier se comporte comme un corps rigide fixé au cadre.

nir telle petite fonction de t qu'on voudra, à partir des valeurs initiales, supposées données, tant de cette fonction que de sa dérivée première; car il suffira que le cavalier choisisse pour α l'intégrale même de l'équation différentielle du premier ordre en α que devient l'équation (8), quand on y substitue à θ la fonction arbitraire voulue. Les valeurs de α devront, toutefois, ne pas excéder les angles possibles que comporte la bicyclette. Et la trajectoire devra aussi s'orienter vers la direction où l'on veut aller; sans quoi le cavalier n'aurait qu'à s'arrêter, pour repartir dans le sens voulu.

» Il évitera, autant que possible, cet inconvénient, si, en faisant acquérir, ou tout de suite, ou après passage par zéro, un signe convenable à la dérivée première $\frac{d\theta}{dt}$, il amène assez vite l'inclinaison θ à sa valeur *de régime* $\frac{V^2}{gR}$, et si, au moment d'y réussir, il amortit durant un court instant τ la vitesse angulaire $\frac{d\theta}{dt}$, par une manœuvre rapide du guidon. Alors, il est vrai, l'angle α des traces des deux roues présentera généralement un certain écart $\Delta\alpha = \zeta$ d'avec sa valeur normale ou de régime $\frac{a}{R}$. Mais le cavalier pourra faire évanouir graduellement cet écart de la manière qui supprime son influence sur θ, ou qui annule, dans (8), la dérivée seconde $\frac{d^2\theta}{dt^2}$. Il tâchera donc de donner désormais à la partie variable $\Delta\alpha$ de α la valeur $\zeta e^{-\frac{Vt}{b'}}$, qui l'annihile au bout d'un parcours insignifiant, comme on a vu. Après quoi, θ et α auront ainsi repris leurs valeurs normales. »

PHYSIQUE. — *Sur la dispersion anomale et le pouvoir rotatoire magnétique de certaines vapeurs incandescentes.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Dans une des dernières séances ([1]), après avoir répété une expérience remarquable faite par MM. Macaluso et Corbino, j'ai montré que le pouvoir rotatoire extraordinairement grand, reconnu par les auteurs italiens, dans la vapeur de sodium, pour les radiations dont les longueurs d'onde avoisinent immédiatement celles des bandes d'absorption, devait être

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 647; 31 octobre 1898.

attribué à un phénomène de dispersion anomale et que, dans cette hypothèse, en se reportant à mes précédentes recherches ([1]), l'explication du nouveau phénomène était très simple.

» Il restait à mettre en évidence la dispersion anomale présumée; tel a été le but du présent Travail.

» Pour manifester la dispersion anomale, j'ai eu recours à l'expérience de M. Kundt. On sait, depuis Newton, que, si l'on fait traverser par un faisceau de lumière deux prismes croisés à angle droit, le spectre oblique ainsi obtenu présente une courbure qui est la représentation de la loi de dispersion de l'un des prismes en fonction de la dispersion de l'autre. M. Kundt a montré que, si l'un des prismes croisés est formé d'une matière absorbante, solide ou liquide, le spectre présente, dans le voisinage de chaque bande d'absorption, une dislocation montrant que les indices de réfraction dans la substance absorbante croissent très rapidement pour des longueurs d'onde de plus en plus voisines de celle de la bande, mais plus grandes que celle-ci, tandis que les indices décroissent très rapidement pour des longueurs d'onde de plus en plus voisines, mais plus petites.

» Pour répéter l'expérience des prismes croisés avec une vapeur incandescente, il fallait d'abord réaliser un prisme avec cette vapeur.

» J'ai obtenu de très bons résultats en donnant à la flamme d'un brûleur à gaz une forme prismatique; il suffit de placer dans la flamme du brûleur une petite gouttière horizontale en platine, formée d'une lame coudée à angle droit, et dans laquelle on place la substance à volatiliser, chlorure de sodium, de lithium, etc. La flamme se divise en deux parties, comme l'indique la figure; à une certaine hauteur, *cd*, elle équivaut à deux prismes ayant leur arête horizontale en haut, tandis que dans le voisinage immédiat de la gouttière, en *ab*, ou au-dessous en *a'b'*, elle équivaut à un prisme dont l'arête horizontale serait en bas, et dont l'angle serait voisin de celui de la gouttière.

» Pour utiliser telle ou telle région de la flamme, on limitait le faisceau de lumière incident par un écran présentant une fente horizontale de quelques millimètres de large.

» L'expérience a été disposée de la manière suivante :

» La lumière du charbon positif d'un arc électrique a été concentrée sur une fente horizontale, placée au foyer d'un collimateur; la lumière paral-

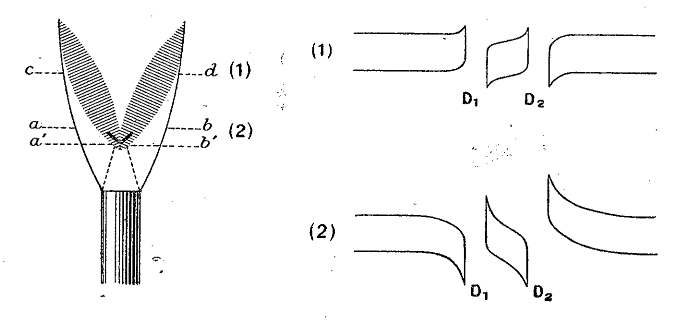
([1]) *Comptes rendus,* t. CXXV, p. 679.

lèle traversait ensuite la flamme prismatique, puis une lentille, et venait former une image de la fente horizontale sur la fente verticale d'un spectroscope à réseau de Rowland.

» Dans ces conditions, si le brûleur n'est pas allumé, on observe au foyer du spectroscope une bande horizontale continue, dont la hauteur dépend de la largeur de la fente horizontale.

» Lorsqu'on introduit la flamme prismatique à la suite du premier collimateur, si celle-ci est riche en vapeur de sodium, on voit apparaître les raies D_1 et D_2 sous forme de bandes sombres et larges, et en même temps le spectre est brisé, de part et d'autre de chaque bande, dans le voisinage immédiat de celles-ci. Pour des régions un peu éloignées des bandes, le spectre apparaît encore sous forme d'une bande continue très légèrement inclinée.

» Lorsqu'on utilise la portion *cd* de la flamme, le spectre, dont l'image est renversée par les lentilles du spectroscope, offre l'aspect indiqué dans la *fig.* 1; lorsqu'on utilise les portions *ab* ou *a′ b′* de la flamme, l'aspect est inverse et la dislocation considérable, comme le montre la *fig.* 2; cette



dislocation est d'autant plus grande que l'angle de la gouttière est plus grand. La *fig.* 2 correspond à un angle de 90°; avec un angle de 135°, les déviations verticales ont été notablement plus grandes. J'ajouterai encore que les déviations verticales sont d'autant plus grandes que la distance focale de la lentille qui concentre la lumière sur la fente verticale est plus grande. La lentille avec laquelle ont été obtenues les courbes figurées plus haut avait environ $0^m,25$ de distance focale. Avec une lentille de 1^m de foyer j'ai obtenu des déviations verticales quatre fois plus grandes et atteignant trois fois la valeur de l'intervalle $D_1 D_2$.

» Les déviations horizontales étant sensiblement proportionnelles aux longueurs d'onde λ, et les déviations verticales proportionnelles aux excès des indices de réfraction *n* de la vapeur sur les indices de l'air, les courbes

donnent la loi de la variation de l'indice en fonction de la longueur d'onde, et les tangentes donnent par leur coefficient angulaire les valeurs relatives de $\frac{\partial n}{\partial \lambda}$. Les spectres ont pu être photographiés, ce qui a permis de relever les courbes avec une assez grande précision. Afin d'avoir une ligne de repère pour les déviations verticales, on tendait un fil fin en travers de la fente verticale; l'image de ce fil formait un trait horizontal qui ne subissait pas la réfraction de la flamme. En outre, on avait soin de photographier les raies fines D_1 et D_2 qui fournissaient un repère précis pour les déviations horizontales.

» On a ainsi reconnu qu'en dehors des régions voisines de D_1 et de D_2 le spectre était légèrement incliné, de quelques minutes d'angle, sur la ligne des repères.

» Je publierai prochainement les relevés numériques des courbes des divers clichés que j'ai obtenus. Aujourd'hui je me bornerai à indiquer les résultats qu'un premier examen a permis d'apercevoir.

» La déformation du spectre a commencé à être appréciable à une distance de D_1 égale à 3 fois et demi environ l'intervalle des deux raies D_1 et D_2, et au delà de D_2 à 4 fois et demi environ cet intervalle.

» Pour montrer l'allure des courbes, je citerai des nombres relevés sur un cliché, mais uniquement à titre d'exemple, comptant prochainement donner des résultats plus précis. Les valeurs des coordonnées x et y sont relatives aux courbes extérieures à l'intervalle $D_1 D_2$, car dans cet intervalle les courbes s'entrecroisent pour donner l'aspect de la figure ci-dessus; ce phénomène est, du reste, symétrique par rapport aux points d'intersection du spectre et de chacune des raies D_1 et D_2. Les nombres suivants sont évalués en unités arbitraires.

Distance des raies $D_1 D_2 = 70$.

Distances à D_1.		Distances à D_2.	
x_1.	y_1.	x_2.	y_2.
10	30,2	10	45,3
15	22,5	15	28,0
20	17,5	20	21,0
30	11,7	30	13,8
40	8,0	40	9,7
50	5,2	50	7,3
60	3,5	60	5,5
70	2,5	70	5,0

» On voit par ces nombres que, dans une partie, les courbes affectent une allure hyperbolique.

» De part et d'autre des raies D_1 et D_2, la vapeur de sodium présente donc une dispersion anomale très notable, différente pour chacune de ces bandes, qui manifestent ainsi une individualité propre; la valeur du coefficient angulaire des tangentes aux courbes augmente considérablement pour des longueurs d'onde de plus en plus voisines de celles des bandes. Dans le spectre du troisième ordre, du réseau, alors que la valeur de $\frac{\partial y}{\partial x}$ était environ 0,00144 pour la région jaune, cette valeur atteint pour les régions voisines des raies D_1 et D_2, où les tangentes aux courbes sont presque verticales, des valeurs environ 20000 fois plus grandes.

» Si l'on rapproche cette observation des faits constatés par MM. Macaluso et Corbino, dans leur expérience, on reconnaît que les régions du spectre, pour lesquelles les pouvoirs rotatoires magnétiques de la vapeur de sodium sont plusieurs milliers de fois plus grands que ceux des radiations voisines, sont également les régions où les valeurs de $\frac{\partial n}{\partial \lambda}$ deviennent plusieurs milliers de fois plus grandes.

» Pour les longueurs d'onde qui subissent des rotations magnétiques de 45°, 90°, 180°, le premier examen des courbes montre que les coefficients angulaires des tangentes varient sensiblement dans les mêmes rapports; en outre, aux points qui correspondent à des rotations magnétiques égales, les tangentes sont sensiblement parallèles.

» Ainsi, sur la courbe dont les coordonnées sont citées plus haut, on peut relever les points correspondant aux longueurs d'onde pour lesquelles, en répétant l'expérience des auteurs italiens, j'avais obtenu des rotations magnétiques de 45° et de 90°. On trouve ainsi :

	Rotations magnétiques.	x.	y.	$\frac{\partial y}{\partial x}$.
Près de D_1	90°..........	13,5	23,5	1,74
	45..........	20	17,5	0,87
Près de D_2	90..........	15,5	27	1,74
	45..........	22	19	0,86

» Il ne faudrait pas toutefois s'illusionner sur la précision de ces résultats, car pour les nombres des deux tableaux ci-dessus, on pourrait faire une erreur d'une unité. J'ai cité ces nombres uniquement pour montrer tout le parti que l'on peut tirer de l'expérience présente dans l'étude expéri-

mentale des lois de la dispersion anomale, étude que je poursuis en ce moment.

» Il semble donc bien établi, par ces rapprochements, que les valeurs de $\frac{\partial n}{\partial \lambda}$, ou plus exactement, comme je l'ai montré antérieurement, les valeurs de $\lambda \frac{\partial n}{\partial \lambda}$, donnent les valeurs relatives des rotations magnétiques, pour les longueurs d'onde correspondantes.

» J'ajouterai que l'expérience précédente, répétée avec la vapeur du lithium, a manifesté la dispersion anomale de part et d'autre de la bande rouge caractéristique.

» En résumé, l'expérience qui fait l'objet de la présente Note conduit aux résultats suivants :

» 1° Elle donne un moyen simple d'étudier la dispersion anomale des vapeurs incandescentes, et de mesurer la grandeur de ce phénomène dont l'importance, depuis la découverte de M. Le Roux, semble croître à mesure que les procédés d'investigation deviennent plus délicats;

» 2° Cette expérience met en évidence le rôle fondamental de l'expression $\lambda \frac{\partial n}{\partial \lambda}$ dans le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique; elle confirme la formule que j'ai établie antérieurement et conduit à rejeter pour l'expression de ce phénomène les formules données par divers physiciens : ces formules contiennent toutes le terme $\left(n - \lambda \frac{\partial n}{\partial \lambda}\right)$ dont les variations ne sauraient s'accorder avec les résultats de l'expérience de MM. Macaluso et Corbino;

» 3° Elle donne l'explication complète de l'expérience des auteurs italiens, en confirmant les vues émises dans la Note que j'ai publiée antérieurement. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse du son dans l'air.* Note de M. **J. Violle.**

« Deux Notes sur la vitesse du son dans l'air sec à zéro ont été récemment présentées à l'Académie.

» L'une de ces Notes rend compte des expériences très intéressantes que M. le capitaine Frot a faites au polygone de Bourges pendant l'hiver de 1896, et qui l'ont conduit directement à un résultat se rapprochant beaucoup de celui auquel était arrivé indirectement Regnault et par ses mesures

effectuées dans les tuyaux de conduite de la ville de Paris et par ses expériences à l'air libre au polygone de Satory.

» Dans l'autre Note, sur le rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz, M. Leduc examine les procédés par lesquels divers expérimentateurs ont déterminé la vitesse du son dans l'air sec à zéro, et il s'arrête (en le modifiant un peu) au nombre obtenu par M. Wüllner, soit à $331^{m},8$. Bien que ce nombre résulte d'expériences n'ayant point pour but une mesure absolue de la vitesse du son et comporte, d'après M. Wüllner, une incertitude d'environ 0,2 pour 100, nous n'aurions pas à nous occuper des raisons qui ont pu le faire choisir à M. Leduc, s'il n'avait écarté en ces termes les expériences effectuées à Grenoble en 1885 par M. Vautier et par moi :

» *Plusieurs raisons s'opposent à ce qu'on en déduise la vitesse du son dans l'air sec à 0°.*

» D'une part, il n'est pas permis de considérer comme gaz parfait l'air saturé d'humidité, et la correction relative à sa compressibilité serait des plus incertaines.

» D'autre part, le γ de cet air humide diffère de celui de l'air sec d'une quantité inconnue, mais certainement notable, ne serait-ce qu'en raison de l'atomicité de la vapeur d'eau. (L'introduction dans l'air d'un gaz parfait triatomique sous une pression égale à celle de la vapeur d'eau diminuerait la vitesse du son de près de $0^{m},2$.) MM. Violle et Vautier se sont contentés d'apporter au nombre expérimental, comme l'avait fait Regnault, la correction bien connue relative à la densité. Il est facile de voir que celles nécessitées par les observations précédentes seraient toutes deux additives.

» Le nombre calculé est donc trop faible et il est malheureusement impossible de savoir de combien.

» Il n'est nullement impossible de tenir compte des deux raisons alléguées par M. Leduc.

» Sans doute, l'air saturé d'humidité ne saurait être considéré comme un gaz parfait; mais, si cette proposition n'est pas un simple truisme, on peut se demander quelle en est la portée dans le cas actuel. La deuxième proposition de M. Leduc, à savoir que le γ de l'air humide diffère de celui de l'air sec d'une quantité notable, étant réservée, l'effet de la densité étant également mis à part, l'influence de l'humidité dans de l'air saturé à ces températures peu élevées paraît être de même ordre que celle des poussières, par exemple, existant dans l'air sec.

» Si l'on appelle

u la vitesse effectivement observée dans l'air humide,
U la vitesse inconnue dans l'air sec, à la même température (l'effet de la température n'étant pas en question),

γ le rapport $\frac{C_1}{c_1}$ des deux chaleurs spécifiques de l'air humide,

Γ le rapport $\frac{C}{c}$ des deux chaleurs spécifiques de l'air sec,

d la densité de l'air humide, calculée comme pour un gaz parfait, les tensions respectives de l'air et de la vapeur d'eau étant connues,

D la densité effective de l'air humide,

on a très approximativement

$$\frac{u}{U} = \sqrt{\frac{1}{d}}\sqrt{\frac{\gamma}{\Gamma}}\sqrt{2\frac{d}{D} - 1}.$$

Le rapport $\frac{u}{U}$ peut donc être regardé comme égal au produit de trois facteurs, dont les deux premiers sont dès longtemps connus, et le troisième a été mis en évidence par M. Jäger (*Wied. Ann.*, t. XXXVI, p. 165; 1889).

» Calculons ces trois facteurs pour une température voisine de 10° où la tension de la vapeur d'eau saturante est sensiblement égale à 1^{cm}, u différant peu de $34\,000^{cm}$.

» Le premier facteur

$$\sqrt{\frac{1}{d}} = \sqrt{\frac{76}{75 + 0,623}} = 1,0025$$

conduit, pour passer de u à U, à une correction soustractive égale à

$$0,0025 \times 34\,000^{cm} = 85^{cm}.$$

» Pour le deuxième facteur, soient

x la proportion de vapeur d'eau dans l'atmosphère saturée,
C et c les deux chaleurs spécifiques de l'air sec,
C′ et c' les deux chaleurs spécifiques de la vapeur;

la règle des mélanges donne

$$\gamma = \frac{C_1}{c_1} = \frac{(1-x)\,C + xC'}{(1-x)\,c + xc'} = \frac{C + x(C' - C)}{c + x(c' - c)},$$

et, par suite,

$$\frac{\gamma}{\Gamma} = \gamma\frac{c}{C} = \frac{1 + x\left(\frac{C'}{C} - 1\right)}{1 + x\left(\frac{c'}{c} - 1\right)}.$$

» Si nous prenons $C = 0,238$, $C' = 0,44$, et par suite $c = 0,17$

et $c' = 0,33$, en admettant pour l'air $\frac{C}{c} = 1,40$, et, pour la vapeur d'eau, conformément aux expériences de Masson et Jäger, $\frac{C'}{c'} = 1,33$, il vient

$$\frac{\gamma}{\Gamma} = \frac{1 + x.0,85}{1 + x.0,94}.$$

» Pour $f = 1^{cm}$, $x = 0,0082$, et, par suite,

$$\frac{\gamma}{\Gamma} = 0,9993,$$

$$\sqrt{\frac{\gamma}{\Gamma}} = 0,99965,$$

d'où une correction additive égale à 12^{cm}.

» Passons au troisième facteur; soient

δ la densité de la vapeur d'eau à la température considérée sous la pression de saturation, telle qu'elle serait si la vapeur d'eau était un gaz parfait;

Δ la densité effective de cette vapeur;

le rapport $\frac{\Delta}{\delta}$ ne dépasse pas $1,001$ pour $10°$.

» Avec ce nombre, on aurait

$$\frac{d}{D} = \frac{75 + 0,623}{75 + 0,623 \times 1,001} = \frac{756230}{756236} = 1 - 0,00001,$$

$$2\frac{d}{D} - 1 = 1 - 0,00002,$$

$$\sqrt{2\frac{d}{D} - 1} = 1 - 0,00001,$$

d'où une correction additive de $0^{cm},3$.

» Dans le calcul de U résultant de nos expériences de Grenoble, où la précision était limitée à $0^{m},1$, nous n'avons fait que la première correction, laissant de côté et la troisième, tout à fait négligeable, et la deuxième, dont nous n'avons pas cru devoir tenir compte explicitement, parce que nous ne pouvions éliminer avec quelque exactitude l'effet indubitable des parois qu'en rapprochant nos résultats de ceux que Regnault avait obtenus dans des conditions analogues et en appliquant à nos expériences la méthode de calcul qu'il avait employée lui-même. Aux 68^{cm} ainsi obtenus, il importe

peu d'ajouter les 12^{cm} représentant la valeur numérique de la deuxième correction [1].

» L'effet des parois est la chose vraiment difficile à évaluer. Quelques années plus tard, nous trouvâmes, à Argenteuil des conditions exceptionnellement favorables à cet égard. La mesure de la conduite, qui a nécessité un long travail après les déterminations acoustiques, étant aujourd'hui à peu près terminée, nous pourrons bientôt donner le résultat de nos nouvelles expériences. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse du phénol par l'acétylène;* par M. **Berthelot.**

« Entre les nombreuses synthèses que j'ai réalisées au moyen de l'acétylène, l'une des plus intéressantes est celle du phénol, obtenue soit par l'intermédiaire de la condensation de l'acétylène en benzine, soit par la réaction d'un dérivé sulfoné de l'acétylène sur l'hydrate de potasse. Dans les deux cas, la synthèse n'exige d'ailleurs que des actions accomplies à une température inférieure au rouge, et même au rouge sombre, c'est-à-dire dans les conditions des actions régulières et sans l'intervention de destructions profondes et de mécanismes obscurs; il en est d'ailleurs de même de la transformation du perchlorure d'acétylène $C^2H^2Cl^4$ en benzine perchlorée (chlorure de Julin), accomplie entre 300° et 360°, d'après les expériences que j'ai faites en commun avec M. Jungsfleisch [2].

» La transformation de l'acétylène en phénol n'exige qu'une température voisine de 200°. Il m'a paru utile d'y revenir, afin d'en préciser les conditions et de montrer qu'elle est réalisable avec l'acétylène très pur, tel qu'on peut le préparer par le carbure de calcium.

» Rappelons d'abord qu'elle s'effectue au moyen du sel potassique d'un dérivé sulfoné de l'acétylène, sel que j'avais signalé comme difficilement cristallisable et soluble dans l'alcool ordinaire [3]. En le préparant dans ces conditions, la reproduction de l'expérience n'offre aucune difficulté.

» En voici le détail :

» 1. L'acétylène pur et sec a été dirigé en courant lent, à travers de

---

(1) Ni Regnault, ni M. Wüllner, pour des motifs différents, n'ont tenu compte de l'effet des parois.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XXVI, p. 476; 1872.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XIX, p. 429; 1870.

l'acide sulfurique renfermant un tiers environ d'anhydride, pendant dix-huit heures : l'échauffement produit est sensible, mais faible. On étend ensuite la liqueur avec 15 fois son poids d'eau, on la sature exactement par la potasse et l'on fait cristalliser : ce qui sépare le sulfate de potasse et un dérivé sulfoné peu soluble, découvert récemment par M. Schrœter. Dans l'eau-mère, on ajoute son volume d'alcool, ce qui complète l'élimination des sels précédents. L'évaporation de la liqueur au bain-marie laisse un autre sel sulfoné amorphe, sous la forme d'une résine dure et fragile, dont le poids formait le quart environ de celui du premier composé, dans mon expérience. Le sel amorphe renfermait 25,3 centièmes de potassium, d'après l'analyse. Cette analyse en ferait un isomère de l'autre sel, cristallisé et représenté par la formule brute : $C^2H^4O^2.S^2O^6K^2$ (1); c'est-à-dire qu'il répond à un acide formé en vertu de l'équation génératrice suivante : $C^2H^2 + 2H^2O + 2SO^3$, équation semblable à celle qui forme l'acide iséthionique, au moyen de l'éthylène : $C^2H^4 + H^2O + SO^3$. La constitution des deux acides est donc semblable, en tenant compte de la valence inégale des carbures générateurs. Mais le sel amorphe n'offre pas assez de garantie de pureté, pour que je veuille insister sur sa formule ou sa constitution. Il suffira, pour mon objet, d'en établir l'existence et le mode de formation.

» 2. L'acétylèno-sulfonate de potassium amorphe a été broyé avec son poids d'hydrate de potasse, et chauffé dans une cornue, au bain d'huile, au sein d'une atmosphère d'hydrogène, d'abord entre 180° et 220°, pendant vingt minutes. Après refroidissement, on a ajouté un excès d'acide sulfurique étendu et l'on a distillé.

» L'eau qui a passé en premier lieu renfermait une proportion notable de phénol, doué d'une odeur spécifique, et que l'on a isolée, en ajoutant à cette eau une petite quantité de potasse, et évaporant la liqueur dans le vide, à froid. Sur le sel solide, on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, puis on lave à l'éther; ce dernier, évaporé rapidement, abandonne le phénol (2).

---

(1) M. Schrœter pense que, dans cette formule, il existerait une molécule d'eau de cristallisation; mais cette eau ne peut en être séparée sans décomposition complète.

(2) Ce phénol est mélangé avec un acide organique de l'ordre de l'acide acétique, associé avec un acide à odeur butyrique. Je rappellerai que, en oxydant directement

» Pour contrôler les caractères de celui-ci, on l'a changé en acide picrique, en le chauffant avec un peu d'acide azotique fumant, dont on a chassé l'excès par évaporation. On a repris par l'eau, ce qui a donné une solution jaune d'or ; puis on a constaté la formation d'un précipité cristallisé de picrate de potasse, par addition ménagée d'acétate de potasse concentré. D'autre part, on a également constaté la formation de l'isopurpurate de potasse, au moyen du cyanure de potassium.

» Ces caractères multipliés démontrent la formation du phénol, en dose notable, dès le premier traitement du sel potassique. Mais cette formation peut être considérablement accrue, en soumettant le reliquat du premier traitement à une seconde série d'opérations pareilles.

» A cet effet, le contenu acide de la cornue, qui avait fourni le phénol précédent, a été saturé de potasse, évaporé à sec, additionné de nouvelle potasse et chauffé une seconde fois au bain d'huile vers 250°, pendant une demi-heure. En procédant comme plus haut, on a obtenu une seconde dose de phénol, notablement plus grande et plus pure que la première. On l'a changé encore en acide picrique, en picrate de potasse à cristaux caractéristiques, puis en isopurpurate. La même série d'opérations a été reproduite pour la troisième fois sur le résidu de la seconde opération, en portant la température presque au rouge sombre : ce qui a fourni encore du phénol, en moindre quantité, quoique encore notable, et caractérisé par les mêmes transformations.

» En somme, le phénol constaté dans ces opérations successives contient une fraction très notable du carbone de l'acétylène primitif. Je rappellerai que, d'après mes anciens essais (réaction de l'acide iodhydrique à 280° sur l'acétylénosulfonate, *loco citato*, p. 432), ce phénol ne dérive pas d'un benzénosulfonate, c'est-à-dire de benzine formée dans la réaction de l'acide sulfurique sur l'acétylène, suivant un processus pareil à celui qui transforme l'allylène en mésitylène au contact du même acide. C'est seulement dans la réaction ultérieure de l'hydrate alcalin que le phénol est

---

l'acétylène, j'ai obtenu, en effet, l'acide acétique

$$C^2H^2 + O + H^2O = C^2H^4O^2.$$

L'acide plus élevé pourrait être l'acide crotonique

$$2C^2H^2 + O + H^2O = C^4H^6O^2 (?).$$

formé : la molécule du carbure se triplant dans l'acte même de son oxydation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acétylène sur les métaux-ammoniums.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Lorsqu'on fait réagir les métaux alcalins sur les différents carbures d'hydrogène et sur les composés organiques, la décomposition est le plus souvent violente. Aussitôt que la température s'élève, les phénomènes compliqués de polymérisation et d'hydrogénation interviennent et masquent bientôt la réaction principale. La facilité avec laquelle les métaux-ammoniums fournissent des combinaisons à basse température permet d'obtenir une nouvelle méthode de réaction beaucoup plus lente et beaucoup plus maniable.

» Après l'étude du lithium-ammonium et du calcium-ammonium, nous étions logiquement conduit, pour compléter nos travaux sur les carbures, à faire réagir l'acétylène sur les métaux-ammoniums.

» Dans ses importantes recherches sur une nouvelle classe de radicaux métalliques, M. Berthelot (¹) avait signalé l'existence des composés C^2HNa et C^2Na^2 qu'il a préparés par l'action du sodium à chaud sur le gaz acétylène. Plus récemment, M. Matignon (²) en modérant cette réaction a pu obtenir, par la même méthode, le carbure de sodium C^2Na^2 pur et amorphe et en étudier les principales propriétés. Enfin, nous avons indiqué (³) que les composés C^2HNa et C^2HK pouvaient se préparer à froid par l'action de l'acétylène sur le métal alcalin et fournir par leur dissociation un dégagement de gaz acétylène, et les carbures C^2K^2 et C^2Na^2.

» *Description de l'appareil.* — Le dispositif employé dans ces nouvelles recherches était des plus simples; il était formé de deux appareils, l'un producteur de gaz ammoniac sec, l'autre de gaz acétylène. Ces deux appareils étaient reliés aux extrémités d'un tube en T portant à son point de croisement un robinet à trois voies. La réaction se produisait dans un tube en U à bouchons de verre rodés, tels que ceux que l'on utilise pour l'analyse organique.

(¹) Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4ᵉ série, t. XI, p. 385.
(²) Matignon, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 775, 1026 et t. CXXV, p. 1033.
(³) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 302.

» Ce tube en U était réuni au tube en T par l'une de ses tubulures, tandis que l'autre tubulure était jointe à un tube abducteur vertical, d'une hauteur de $0^{m},80$. Le tube abducteur débouchait sur une cuve à mercure; il permettait de recueillir les gaz dégagés. Les différentes parties de l'appareil étaient reliées entre elles au moyen de joints de caoutchouc à vide parfaitement secs. Le tube en U, qui pouvait être entouré soit d'un mélange réfrigérant, soit d'un bain d'eau chaude, était facilement enlevé à certains moments de l'expérience et pouvait être pesé plein de gaz ammoniac ou d'hydrogène. Il avait été taré au préalable, alors qu'il était rempli de chacun de ces gaz.

» *Détails d'une expérience.* — On commence par mettre le tube en U en communication latérale avec un appareil à acide carbonique sec. On enlève l'un des bouchons de verre et l'on place l'orifice sous la matrice d'une presse à sodium, de telle sorte que le fil de métal alcalin qui en sort soit constamment maintenu dans l'atmosphère d'acide carbonique et conserve son éclat métallique.

» Ce métal est ensuite poussé dans la partie horizontale du tube en U sans avoir le contact de l'air. On opère ainsi pour le potassium, le sodium et le lithium. Quant au calcium, on projette les cristaux de métal pur au fond du tube qui est ensuite bouché. L'acide carbonique est chassé par un courant d'hydrogène puis, par une simple pesée, on obtient le poids du métal.

» Le tube en U est mis en communication avec le tube en T d'une part et le tube abducteur de l'autre. On fait arriver le courant de gaz ammoniac, ensuite on abaisse la température au moyen d'acétone et d'acide carbonique solide. Par un refroidissement suffisant, le gaz ammoniac se liquéfie et il se produit une solution mordorée de sodammonium. On arrête la liquéfaction de l'ammoniac lorsque le niveau du liquide dépasse la courbure supérieure du tube en U de quelques millimètres. Il va de soi que l'ammoniac liquéfié doit être en grand excès par rapport au métal alcalin. A ce moment de l'expérience, au moyen du robinet à trois voies, on arrête le courant de gaz ammoniac et on laisse arriver le gaz acétylène. Ce dernier s'absorbe de suite et se dissout en très grande quantité dans l'ammoniac liquide sans que la pression change sensiblement dans l'appareil. Il se forme bientôt deux couches liquides: l'une inférieure, limpide et incolore; l'autre surnageante, visqueuse et d'une belle couleur bleu foncé. Sur la surface de séparation, de petites bulles gazeuses se produisent et sont absorbées en grande partie par le liquide limpide. Peu à peu le volume de la couche supérieure diminue, la pression augmente et des gaz commencent à se dégager dans l'éprouvette de la cuve à mercure. Enfin, la dernière gouttelette huileuse de couleur bleue a disparu, le liquide restant est complètement incolore; on interrompt alors toute arrivée de gaz. Pendant ces opérations, le bain d'acétone a été maintenu, d'une façon constante, à une température qui peut varier de $-40°$ à $-80°$.

» Lorsque la décoloration du métal-ammonium par l'acétylène est complète, le tube en U est sorti du réfrigérant et abandonné à la température du laboratoire. On recueille alors la totalité des gaz qui se dégagent d'une façon continue. Quand tout dé-

gagement a cessé, on ferme ce tube, on l'essuie et on le pèse. Les gaz sont ensuite soumis à l'analyse.

» La conduite de l'expérience est la même avec tous les métaux-ammoniums.

» *Action de l'acétylène sur le sodammonium.* — Après que l'action du gaz acétylène sur la solution bleue ammoniacale de sodammonium est épuisée, on obtient, à $-40°$, un liquide limpide, incolore, dans lequel on voit, aussitôt que la température s'abaisse à $-60°$, se déposer des cristaux transparents. Le même phénomène se produit dès qu'on laisse l'ammoniac se dégager. Dans une expérience, nous avons pris $0^{gr},363$ de sodium et nous avons obtenu, après dégagement complet des gaz, un composé blanc cristallisé pesant $0^{gr},751$; la formation du composé C^2HNa exigerait théoriquement $0^{gr},757$. Dans une autre expérience, $0^{gr},836$ de sodium nous a donné un composé de $1^{gr},730$; le poids correspondant pour C^2HNa aurait été de $1^{gr},744$.

» Outre ces deux expériences de synthèse, nous avons préparé à nouveau ce même composé et nous en avons fait l'analyse en le mettant au contact de l'eau. Il se produit une décomposition immédiate avec dégagement de gaz acétylène et formation de soude caustique. Le carbone a été dosé d'après le volume d'acétylène, et le sodium a été obtenu par titrage alcalimétrique ou par pesée à l'état de sulfate.

	1.	2.	3.	4.	5.	Théorie pour C^2HNa.
Carbone.....	49,36	49,68	»	»	49,62	50,00
Sodium......	48,18	48,33	48,32	48,21	47,80	47,91
Hydrogène...	»	»	»	»	»	2,08

» Dans l'action de l'acétylène sur le sodammonium, il se produit donc le même composé C^2HNa que M. Berthelot a obtenu par substitution et que nous avons pu préparer par l'action de l'acétylène gazeux ou liquide à froid sur le métal alcalin. Mais, pour se rendre compte de la réaction, il est indispensable d'analyser les gaz produits.

» Le mélange de gaz dégagé pendant toute la durée de la réaction est traité sur la cuve à mercure par l'eau, pour enlever l'ammoniac. On élimine ensuite l'acétylène par des additions successives de chlorure cuivreux ammoniacal, jusqu'à ce qu'une petite quantité de ce réactif ne fournisse plus de coloration rouge au contact du gaz restant [1]. Ce dernier est

---

[1] Cette méthode a été indiquée par M. Berthelot pour la séparation de l'acétylène et de l'éthylène.

incolore, peu odorant et brûle avec une flamme éclairante non fuligineuse. Le brome l'absorbe complètement. L'acide sulfurique bouilli l'absorbe lentement (absorption totale de 12^{cc} en huit jours). Ces réactions nous font prévoir l'existence de gaz éthylène.

» L'analyse eudiométrique nous a donné les résultats suivants : V primitif, $2^{cc},6$; V + O, $8^{cc}.8$. Après étincelle, 6,1; contraction, 5,3. Après potasse, $1^{cc},0$; CO^2 formé, $5^{cc},1$.

» Le gaz que nous avons recueilli est donc de l'éthylène pur qui se forme en même temps que l'acétylène sodé C^2HNa.

» Dès lors, la réaction précédente doit s'écrire :

$$3C^2H^2 + 2AzH^3Na = 2C^2HNa + 2AzH^3 + C^2H^4.$$

» Cette transformation de l'acétylène en éthylène est un nouvel exemple d'hydrogénation de l'acétylène, et comme cette expérience est faite à basse température, elle est exempte de toute complication due à la polymérisation de l'acétylène ou à d'autres hydrogénations complexes.

» M. Berthelot a démontré que, quand le sodium est légèrement chauffé dans une atmosphère d'acétylène, il donne de l'hydrogène et une petite quantité de polymères acétyléniques. Nous avons établi que le sodium à froid sur le gaz acétylène fournissait aussi un dégagement d'hydrogène. Cette réaction du sodammonium sur l'acétylène, dans laquelle le sodium se comporte tout différemment de ce qu'il a donné à l'état de liberté, paraît établir que les métaux-ammoniums sont de véritables combinaisons.

» Nous ajouterons maintenant que, si l'on dissocie le composé C^2HNa par l'action du vide et par une élévation de température, on obtient d'une façon lente et continue un dégagement de gaz acétylène pur, et le produit qui reste après décomposition totale est le carbure de sodium C^2Na^2. De telle sorte qu'il nous semble que la formule C^2HNa peut être doublée et devenir C^2Na^2, C^2H^2. Dans ce cas, la formule de réaction indiquée précédemment serait :

$$3C^2H^2 + 2AzH^3Na = C^2Na^2, C^2H^2 + 2AzH^3 + C^2H^4.$$

» A l'appui de cette opinion, nous citerons l'expérience suivante : le composé C^2Na^2, C^2H^2 est insoluble dans la benzine. Si l'on additionne ce mélange de quelques cristaux d'iode, ce dernier corps se dissout et la décoloration du liquide se produit en quelques instants. On ajoute alors de nouvelles quantités d'iode jusqu'à ce que l'on obtienne une coloration persistante. Le résidu insoluble, lavé à la benzine, était formé de carbure

de calcium C^2Na^2 et ne contenait pas d'iodure de sodium NaI. Par évaporation la solution benzénique d'iode abandonnait des cristaux d'iodure de carbone. A froid l'iode a donc éliminé d'abord l'acétylène C^2H^2 en laissant un résidu de carbure C^2Na^2. La chaleur de formation de l'iodure de sodium est telle qu'il nous paraît difficile d'admettre l'intervention de l'iode sur le groupement C^2NaH sans formation d'iodure.

» L'acétylure acétylénique de sodium, C^2Na^2, C^2H^2, se présente au microscope sous forme de cristaux lamellaires d'apparence rhomboédrique. Il est très déliquescent et se décompose de suite au contact de l'eau. Insoluble dans l'éther, il n'est pas attaqué par ce liquide à sa température d'ébullition. Avec l'alcool absolu la décomposition est rapide; il se dégage de l'acétylène et il reste un liquide limpide renfermant de l'éthylate de sodium. Il tombe dans la benzine de densité 0,899 sans l'attaquer. Il prend feu dans le chlore et le brome à la température ordinaire. L'acide azotique monohydraté l'oxyde avec flamme.

» Ainsi que nous le faisions remarquer plus haut, le composé C^2Na^2, C^2H^2 est soluble dans la solution ammoniacale d'acétylène et y cristallise avec facilité. Le fait d'obtenir une combinaison soluble d'un carbure dans le gaz ammoniac liquéfié nous semble intéressant : il nous permettra évidemment d'aborder l'étude d'un certain nombre de doubles décompositions dans l'ammoniac liquéfié.

» *Action de l'acétylène sur le potassammonium.* — Les réactions obtenues avec le potassammonium sur l'acétylène sont semblables aux précédentes. Nous avons préparé l'acétylure acétylénique de potassium de formule C^2K^2, C^2H^2 très bien cristallisé en lamelles rhomboédriques brillantes, d'aspect soyeux, ayant l'apparence de l'acide borique [1]. Après absorption de l'ammoniac et de l'acétylène en excès, le gaz recueilli était de l'éthylène pur.

» Ces cristaux, projetés dans le gaz chlore, s'enflamment à froid avec grand dégagement de lumière, dépôt de charbon et formation d'acide chlorhydrique. Dans une atmosphère d'acide carbonique il n'y a pas de

---

(1) $0^{gr},4125$ de potassium a donné après fixation d'acétylène et dégagement de gaz $0^{gr},665$; théoriquement, on aurait dû obtenir $0^{gr},676$. A l'analyse, nous avons trouvé :

	1.	2.	Théorie pour C^2K^2, C^2H^2.
C............	37,10	36,98	37,50
K............	61,18	61,03	60,93

réaction à froid, mais, aussitôt que l'on chauffe légèrement, il se produit une combustion très vive. Le gaz acide sulfureux réagit à froid sur ce composé avec incandescence.

» *Action de l'acétylène sur le lithium-ammonium.* — Avec le lithium la réaction est la même que précédemment, cependant la combinaison de carbure de lithium et d'acétylène étant moins soluble dans l'ammoniac liquéfié, le dépôt cristallin est plus abondant et le liquide produit est moins limpide.

» Enfin, dans le cas du lithium une nouvelle réaction intervient. L'acétylure acétylénique de lithium C^2Li^2, C^2H^2 fixe de l'ammoniac en donnant un composé très bien cristallisé de formule $C^2Li^2, C^2H^2, 2AzH^3$ (1) en cristaux rhomboëdriques transparents. A la loupe ces cristaux ont l'aspect du spath d'Islande. Ce composé est beaucoup plus altérable que les composés du sodium ou du potassium; au contact de l'eau, il devient incandescent.

» Projeté dans le chlore à la température ordinaire, chaque parcelle devient incandescente, s'entoure d'une flamme et laisse un résidu noir en produisant des fumées abondantes de chlorhydrate d'ammoniaque. Cet acétylure acétylénique ammoniacal prend feu dans le gaz acide carbonique et le gaz acide sulfureux.

» Il est facilement dissociable à la température ordinaire à l'air ou dans un courant d'hydrogène, et il laisse comme résidu le carbure de lithium C^2Li^2 sous forme d'une poudre blanche très divisée, décomposable par l'eau avec incandescence.

» *Action de l'acétylène sur le calcium-ammonium.* — Nous obtenons dans le cas du calcium de beaux cristaux prismatiques transparents, ayant l'apparence du chlorhydrate d'ammoniaque, qui se dissocient avec facilité à la température ordinaire en dégageant de l'acétylène et de l'ammoniac dans la proportion de un volume d'acétylène et de quatre volumes d'ammoniac.

» Ce nouveau composé répond à la formule $C^2Ca, C^2H^2, 4AzH^3$ (2). C'est donc ou bien une combinaison de carbure de calcium et d'acétylène

---

(1) Poids de Li mis en expérience $0^{gr},1475$; poids du composé recueilli $1^{gr},026$; théoriquement pour $C^2Li^2, C^2H^2, 2AzH^3$ on aurait dû obtenir $1^{gr},0325$. Dosage du carbone à l'état d'acétylène : C, 48,18 et 48,67; théorie 48,97.

(2) Nous donnerons le détail de toutes ces analyses dans le Mémoire qui paraîtra aux *Annales de Physique et de Chimie*.

ou un nouveau carbure de calcium ammoniacal $C^4H^2Ca, 4AzH^3$. La facile dissociation de ce composé nous fait adopter la première formule

» L'acétylure acétylénique ammoniacal de calcium, comme celui de lithium, se forme avec dégagement de gaz éthylène.

» De même que le dérivé du lithium, projeté dans l'eau, il devient incandescent et chaque parcelle s'entoure d'une flamme. A la température de $+150°$ sa décomposition est complète, et il laisse un carbure de calcium qui a été analysé, de formule C^2Ca, très pulvérulent, qui se décompose au contact de l'eau privée d'air avec incandescence.

» L'acétylure acétylénique ammoniacal de calcium est décomposé à la température ordinaire par le chlore, l'acide carbonique et l'acide sulfureux. Dans les trois cas la réaction se produit avec incandescence.

» *Conclusions*. — Par l'action des métaux-ammoniums sur l'acétylène, nous avons obtenu les acétylures acétyléniques suivants :

C^2K^2, C^2H^2, C^2Na^2, C^2H^2, $C^2Li^2, C^2H^2, 2AzH^3$, $C^2Ca, C^2H^2, 4AzH^3$.

» Tous ces composés se dissocient et laissent les carbures ou acétylures correspondants : C^2K^2, C^2Na^2, C^2Li^2, C^2Ca.

» Dans ces réactions des métaux-ammoniums sur le gaz acétylène, il se produit une hydrogénation de ce dernier et l'on recueille de l'éthylène. Enfin, ces combinaisons acétyléniques des carbures sont solubles dans l'ammoniac, et cette propriété nous permettera d'obtenir à basse température des réactions nouvelles, par exemple avec les chlorures et iodures métalliques solubles dans le même gaz. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la couleur du carbure de calcium*. Note de M. Henri Moissan.

« Nous avons établi, dans nos recherches précédentes, que les carbures de potassium C^2K^2 et de lithium C^2Li^2 pouvaient se préparer en lamelles cristallines transparentes et incolores. Nous avons obtenu le carbure d'aluminium, C^3Al^4, en lamelles jaunes transparentes, parfaitement cristallisées. Au contraire, lorsque nous avons préparé, le premier, au four électrique les carbures de calcium, de strontium et de baryum, nous avons décrit ces nouveaux composés cristallisés comme des corps ne possédant qu'une légère transparence en lames très minces et présentant une surface mordorée caractéristique.

» Cet aspect mordoré et la coloration des cristaux ne sont dus qu'à une impureté. Lorsque le carbure de calcium ne contient pas trace de fer, il est transparent comme le carbure de lithium ou le chlorure de sodium.

» Nous citerons comme exemples les expériences suivantes :

» 1° Lorsque l'on chauffe au rouge sombre (¹) le calcium métallique dans une brasque de carbone amorphe pur, provenant de la décomposition brusque de l'acétylène, on obtient un carbure de calcium blanc décomposable par l'eau froide avec formation de chaux hydratée et dégagement d'acétylène. Ce carbure, examiné au microscope, est formé d'un amas de cristaux transparents.

» 2° Lorsque l'on chauffe dans une brasque de carbone amorphe pur l'hydrure de calcium CaH^2 dont nous avons indiqué la préparation par union directe de l'hydrogène et du calcium, on obtient un carbure de calcium C^2Ca blanc qui, en lamelles minces, est entièrement transparent.

» 3° Le résultat est identique lorsque l'on répète l'expérience précédente avec l'azoture de calcium cristallisé Az^2Ca^3.

» 4° L'acétylure acétylénique ammoniacal de calcium

$$C^2Ca, C^2H^2, 4AzH^3$$

que nous avons obtenu à $-60°$ par l'action de l'acétylène sur le calcium-ammonium laisse, par sa décomposition totale, un carbure de calcium C^2Ca, d'une grande blancheur qui, au microscope, est transparent.

» Enfin nous décrirons l'expérience suivante : nous avons pris ce carbure de calcium blanc, nous l'avons mélangé d'une petite quantité d'oxyde de fer, puis le tout a été fondu au four électrique dans un creuset de graphite pur. Après refroidissement, nous avons obtenu un carbure de calcium mordoré et semblable, comme aspect, au carbure préparé dans l'industrie.

» Le carbure de calcium absolument pur est donc transparent; lorsqu'il est marron et d'apparence mordorée, cet aspect doit être attribué à la présence du fer. Une trace de ce métal suffit pour produire cette coloration. »

(¹) Cette synthèse du carbure de calcium se fait à basse température; on peut la réaliser en chauffant le mélange de charbon et de calcium dans un creuset de porcelaine au moyen de la flamme d'une lampe à alcool. Nous devons ajouter que la chaleur dégagée par l'union du carbone et du calcium est assez grande pour amener la fusion du carbure de calcium, fusion qui n'a pu être obtenue jusqu'ici qu'au moyen du four électrique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés de l'aluminium.* Note de M. A. **Ditte**.

« L'aluminium a été considéré pendant longtemps comme un métal tout à fait remarquable à cause de la résistance qu'il paraît opposer à l'action de la plupart des agents chimiques; et cependant cette résistance n'existe pas. Si, dans la magistrale étude qu'il lui a consacrée, M. Sainte-Claire Deville l'a regardé comme inaltérable à l'air, inattaquable par les acides autres que l'acide chlorhydrique, et par la plupart des matières salines, cela tient uniquement à ce que les chaleurs de formation de l'alumine et de ses sels n'avaient pas encore été déterminées. S'il les avait connues, elles se seraient immédiatement montrées à son esprit comme incompatibles avec les propriétés que l'aluminium semblait posséder; elles l'auraient certainement conduit à reconnaître le fait étonnant d'un métal dont les propriétés véritables n'ont presque rien de commun avec celles qui paraissent lui appartenir.

» J'ai montré, il y a quelques années (*Comptes rendus*, t. CX, p. 573, 782), que, si l'aluminium paraît n'attaquer ni l'eau, ni les acides sulfurique et azotique étendus, quoique sa chaleur d'oxydation de 131 calories par atome d'oxygène doive lui faire attribuer une énergie chimique voisine de celle du calcium, le fait tient à ce que le métal se recouvre immédiatement d'une couche d'hydrogène, de bioxyde d'azote ou d'alumine, continue, imperméable et très adhérente qui supprime tout contact entre l'aluminium et le liquide dans lequel on l'immerge. Ces enduits protecteurs se forment également avec les autres acides et masquent l'altérabilité du métal en la remplaçant par une inaltérabilité apparente. Ainsi les acides acétique, tartrique, citrique, oxalique, etc., semblent, eux aussi, au premier abord ne pas dissoudre l'aluminium; mais, en observant avec soin ce qui se passe, on s'aperçoit bientôt qu'au contraire une action chimique se manifeste dès qu'on immerge le métal dans la solution acide, puis qu'elle s'arrête au bout d'un temps très court, aussitôt la lame métallique recouverte d'une couche gazeuse continue, qui lui adhère fortement. On peut, du reste, se débarrasser de ce gaz, à l'aide des procédés qui réussissent avec les acides sulfurique et azotique, soit en opérant dans le vide, soit de toute autre façon, et alors l'action se continue, plus ou moins lente, jusqu'à dissolution complète de l'aluminium. On peut donc dire d'une manière générale que

tous les acides étendus l'attaquent et le dissolvent, quoique tous, sauf l'acide chlorhydrique, paraissent n'avoir pas d'action sur lui. Avec les dissolutions salines, l'aluminium donne lieu à des phénomènes non moins remarquables. J'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CX) comment les sulfates et les azotates sont décomposés; examinons maintenant les chlorures. On admet que toutes leurs dissolutions sont précipitées par l'aluminium à l'exception de celles des métaux alcalins et alcalino-terreux; or, un de ces chlorures, le sel marin par exemple, pourrait donner du chlorure d'aluminium, de la soude et de l'hydrogène avec dégagement de chaleur :

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} Al^2 + 6NaCl \text{ dissous} + 3H^2O \\ \quad = Al^2Cl^6 \text{ dissous} + 3Na^2O \text{ dissoute} + 3H^2 + 157,3. \end{array} \right.$$

Mais comme la soude et le chlorure d'aluminium en dissolution peuvent à leur tour donner lieu à une double décomposition exothermique :

$$(2)\qquad Al^2Cl^6 \text{ dissous} + 3Na^2O \text{ dissous} = Al^2O^3 + 6NaCl \text{ dissous} + 287,$$

il en résulte que, si l'on immerge une lame d'aluminium dans une solution de sel marin, les choses reviennent à l'action du métal sur l'eau, réaction qui, malgré son exothermicité considérable, est immédiatement arrêtée par le dépôt d'une couche d'alumine que le chlorure de sodium ne dissout pas; et grâce au dépôt d'alumine d'un côté, à celui d'hydrogène de l'autre, l'aluminium, qui devrait attaquer énergiquement les dissolutions de sel marin, comme les acides étendus, puisqu'il est oxydable par l'eau pure, demeure inaltéré en apparence, aussi bien dans les unes que dans les autres de ces dissolutions.

» Mais il n'en sera plus ainsi quand on mélangera les deux liqueurs, une de sel marin avec une d'acide acétique par exemple; l'acide, en effet, neutralise, au fur et à mesure de sa formation, la soude qui provient de la réaction (1), la décomposition du chlorure d'aluminium par cette soude ne peut donc plus avoir lieu, et l'acétate alcalin qui se produit est de son côté sans action sur le sel marin; dans un tel mélange l'hydrogène n'adhère que peu à la surface de l'aluminium, de sorte qu'on le voit se dégager avec lenteur en même temps que le métal se dissout. Il suffit d'ajouter à une solution salée, dans laquelle l'aluminium demeurerait inaltéré, quelques gouttes d'acide acétique pour que le dégagement d'hydrogène commence et il se continue lentement tant que l'acide n'est pas saturé; quand la réaction s'arrête, l'addition d'un peu d'acide acétique fait recommencer le dégagement d'hydrogène.

» Naturellement, tout acide autre que l'acide acétique se comporte de la même manière que lui en présence du sel marin ; tels sont les acides tartrique, citrique, oxalique, etc. ; leurs dissolutions n'agissent pas à froid sur l'aluminium; mais, additionnées de sel marin, elles donnent lieu à un dégagement continu d'hydrogène. La production de ce gaz est toujours lente; elle est plus rapide avec tel acide qu'avec tel autre, par exemple avec l'acide citrique qu'avec l'acide tartrique, et ce fait tient à l'adhérence plus ou moins énergique que l'hydrogène, au sein des diverses liqueurs, contracte avec le métal. A mesure que la lame se dépolit davantage en se dissolvant, cette adhérence diminue, le dégagement devient plus facile, et, toujours pour la même raison, l'action est plus rapide quand on opère dans le vide où la formation de la couche gazeuze est d'autant plus difficile que la pression devient moindre.

» Les sels acides capables de saturer la soude que donnerait la décomposition du sel marin, conformément à la formule (1), se comportent comme des acides libres : une solution de crème de tartre paraît tout à fait indifférente à l'égard d'une lame d'aluminium que l'on y plonge; vient-on à lui ajouter du sel marin, le métal est attaqué lentement en dégageant de l'hydrogène. Le bioxalate de potasse se conduit comme le bitartrate, et tandis que des solutions de ces corps sont, comme celles de chlorure de sodium, sans action apparente sur l'aluminium, il suffit de les mélanger entre elles pour que le métal se dissolve en donnant lieu à un dégagement d'hydrogène.

» Le sel marin peut, du reste, être remplacé soit par le chlorure de potassium, soit par un bromure ou un iodure alcalin, les réactions analogues à (1), desquelles peuvent résulter un alcali avec du bromure ou de l'iodure d'aluminium, étant fortement exothermiques. Quel que soit celui de ces sels qu'on mélangera avec un acide libre ou un sel acide capables de saturer l'alcali formé, l'aluminium sera attaqué par le mélange; la réaction sera toujours lente à froid, d'autant plus que l'hydrogène adhérera avec plus de facilité à la surface métallique; elle pourra même, et c'est le cas avec les iodures alcalins, ne se produire que dans une atmosphère réduite à quelques millimètres de pression si l'adhérence du gaz au métal est considérable, et les choses se passeront alors comme elles ont lieu dans les acides étendus purs.

» Les sels alcalino-terreux, que l'on regarde, eux aussi, comme n'agissant pas sur l'aluminium, se trouvent exactement dans le même cas que

les sels alcalins; le chlorure de calcium donnerait :

$$2\,Al + 3\,CaCl^2 \text{ diss.} + 3\,H^2O = Al^2Cl^6 \text{ diss.} + 3\,CaO \text{ diss.} + 3H^2 + 145{,}8,$$

le chlorure de magnésium dégagerait $137^{Cal},9$ dans les mêmes circonstances, et il suffit d'ajouter à ces dissolutions un acide capable de saturer la chaux ou la magnésie à mesure qu'elles se produisent, pour observer l'attaque de l'aluminium avec dégagement d'hydrogène tant que l'acide ajouté n'est pas entièrement transformé en sel soluble de chaux ou de magnésie. Parmi les matières salines, les carbonates alcalins sont à signaler d'une façon toute particulière, car leurs dissolutions ont sur l'aluminium une action énergique même à froid, elles attaquent le métal presque aussi rapidement que le font les alcalis caustiques en dégageant de l'hydrogène; avec le carbonate de soude, par exemple, la quantité de chaleur mise en jeu est considérable :

$$Al^2 + 2\,CO^3Na^2 \text{ diss.} + 4\,H^2O = Al^2O^3, Na^2O \text{ diss.} + 2\,CO^2, Na^2O, H^2O \text{ diss.} \\ + 3\,H^2 + (164^{Cal},6 + q),$$

(q étant la chaleur de formation de l'aluminate de soude dissous, à partir de la soude dissoute et de l'alumine hydratée). Le gaz dégagé est de l'hydrogène pur, l'acide carbonique qui résulte de la décomposition du carbonate neutre passant immédiatement, au contact d'un excès de ce dernier, à l'état de bicarbonate alcalin; la réaction s'arrête d'ailleurs quand il n'y a plus que du bicarbonate dans la liqueur. Il ne saurait en effet exister de l'acide carbonique libre en présence d'aluminate de soude, puisque les expériences de H. Sainte-Claire Deville ont établi qu'un courant de ce gaz décompose l'aluminate alcalin en régénérant du carbonate et de l'alumine hydratée grenue et dense. Comme, de son côté, le bicarbonate de soude ne saurait être décomposé par l'aluminium sans donner de l'acide carbonique libre, il en résulte que, tandis que le carbonate neutre de soude attaque énergiquement le métal, celui-ci doit rester indéfiniment inaltéré dans une solution de bicarbonate, et c'est ce qu'il est aisé de constater par l'expérience. Wöhler a annoncé que l'aluminium n'est pas altéré par l'ammoniaque en dissolution concentrée, qu'il l'est lentement par une solution étendue avec formation d'un peu d'alumine qui se dissout partiellement dans la liqueur, et que la réaction s'arrête au bout de peu de temps, le métal restant couvert d'un enduit noir. Le calcul thermique montre cependant qu'une liqueur ammoniacale quelconque doit dissoudre l'alumi-

nium aussi bien qu'une dissolution de potasse ou de soude, car on a :

$$Al^2 + (AzH^4)^2O\,\text{diss.} + 3H^2O = Al^2O^3(AzH^4)^2O\,\text{diss.} + 3H^2 + (186 + q),$$

(q étant la quantité de chaleur que l'alumine hydratée dégage en se dissolvant dans une liqueur ammoniacale pour former un aluminate plus ou moins dissocié) et c'est bien ce que l'expérience vérifie; avec de l'aluminium impur, le seul dont Wöhler ait jamais disposé, l'attaque est lente et, comme l'illustre savant l'a observé, le métal se recouvre bientôt d'un enduit foncé, mélange de fer, de silicium et d'autres impuretés; ce mélange, sur lequel l'ammoniaque n'a pas d'action, protège mécaniquement l'aluminium contre toute attaque du liquide alcalin. Quand le métal est pur, au contraire, il est immédiatement attaqué par l'ammoniaque étendue ou concentrée, et de l'hydrogène se dégage pendant que l'alumine produite se dissout dans la liqueur qui reste transparente et limpide; mais au bout de quelque temps le dégagement gazeux se ralentit, peu à peu le métal se recouvre d'une couche mince, légèrement jaunâtre, dure, très adhérente à la surface, et cette couche ne tarde pas à supprimer tout contact entre le liquide et le métal, qui dès lors n'est plus attaqué; la dissolution ammoniacale d'alumine, qui renferme de l'aluminate d'ammoniaque plus ou moins décomposé, ne tarde pas d'ailleurs à se troubler et à déposer contre les parois du vase qui la contient un enduit adhérent de l'hydrate cristallisé $Al^2O^3, 3H^2O$; la formation de cet hydrate a lieu sous l'influence de petites quantités d'acide carbonique de l'atmosphère ou d'alumine gélatineuse, par le mécanisme que j'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 183 et 386) à propos des aluminates de potasse et de soude. En définitive, l'aluminium n'est pas un métal inaltérable, et, loin de résister à la plupart des agents chimiques, il subit leur action avec facilité, conformément à la nature thermochimique de ses combinaisons; mais il est remarquable par l'opposition frappante qui existe entre ses qualités réelles et ses propriétés apparentes. Grâce à la facilité extrême avec laquelle il se recouvre de couches protectrices gazeuses ou solides, il n'y a entre lui et les liquides dans lesquels on le plonge qu'un contact extrêmement imparfait, si bien que dans les conditions habituelles, ceux-ci ne réagissent qu'avec une lenteur excessive et paraissent n'avoir pas d'action. Cependant l'altération de l'aluminium est très sensible dans un grand nombre de circonstances, toutes les fois par exemple qu'il se trouve en présence d'une liqueur renfermant du sel marin ou un sel analogue, en même temps qu'un acide libre, ou un sel acide; l'alumine ne se dépose d'ailleurs pas,

elle se change en sel soluble, et la dissolution du métal ne peut pas être considérée comme négligeable dans certaines liqueurs à froid et surtout à chaud. Ainsi une solution aqueuse, renfermant $\frac{5}{100}$ d'acide acétique cristallisable et autant de sel marin ou d'un autre sel haloïde analogue, dissout activement l'aluminium, dès 50°, avec dégagement d'hydrogène, et il en est de même quand on remplace l'acide acétique libre par un des sels acides, crème de tartre, sel d'oseille, etc., dont nous avons parlé. Comme les sels d'alumine n'ont pas d'influence appréciable sur l'économie, il n'y a pas d'accidents toxiques à redouter, mais l'usure des vases d'aluminium peut devenir assez rapide quand ils contiennent des liquides à la fois acides et salés. Elle se manifeste tout particulièrement avec les carbonates alcalins dont l'emploi est si habituel pour nettoyer les ustensiles de ménage qui ont contenu des matières grasses, et ces carbonates ne peuvent guère être utilisés dans le cas de vases en aluminium; en effet, une solution au centième de carbonate de soude les attaque lentement à froid, plus vivement vers 50°, et plus rapidement encore vers la température d'ébullition; à plus forte raison, l'action serait-elle très intense avec des solutions concentrées de carbonate.

» En dernière analyse, l'aluminium est attaqué d'une manière plus ou moins profonde par tous les agents chimiques, ou à peu près, dès que l'enduit protecteur habituel ayant disparu, en totalité ou en partie, le métal se trouve en contact avec les liquides qu'il renferme. Dans ses applications à la fabrication des vases culinaires, d'objets destinés à l'équipement de nos soldats, il y a donc lieu de se préoccuper des altérations plus ou moins intenses qu'il est susceptible d'éprouver. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Histologie de la peau. La matière grasse de la couche cornée de l'épiderme chez l'homme et les mammifères.* Note de M. L. RANVIER.

« Dans mon Traité technique d'Histologie, j'ai soutenu l'opinion que la couche cornée de l'épiderme (*stratum corneum*) est infiltrée de graisse. Je ne savais rien alors de bien précis sur la nature de cette graisse ni sur sa répartition histologique. Je viens aujourd'hui communiquer des faits nouveaux qui conduiront sans doute à des notions plus complètes. Dans un premier paragraphe, je m'occuperai de la nature de la matière grasse de l'épiderme; dans un second, de la répartition de cette matière.

» Pour apprécier les propriétés physiques de la matière grasse en question, sa consistance, sa plasticité et son point de fusion, par exemple, il fallait en obtenir une quantité notable, plus que microscopique, et sans mélange avec les autres produits de la sécrétion cutanée, le sebum surtout.

» J'ai déjà indiqué que, chez le cochon d'Inde, la peau de la plante des pieds ne renferme ni poils, ni glandes d'aucune espèce. Chez l'homme, la paume de la main et la plante du pied, comme tout le monde le sait, sont dépourvues de poils et de glandes sébacées; elles possèdent de nombreuses glandes sudoripares, il est vrai, mais la présence de ces glandes ne pouvait fausser les résultats des recherches que je me proposais d'entreprendre, on en jugera bientôt.

» Voilà donc les deux objets d'étude trouvés. Voici maintenant la méthode à laquelle j'ai eu recours : la peau ou le membre entier qu'elle recouvre est plongé pendant trente secondes dans l'eau bouillante. L'épiderme s'en détache ensuite comme un gant. Ce procédé a un double avantage : les lambeaux d'épiderme sont débarrassés de la graisse qui pourrait se trouver accidentellement à leur surface, et ils sont assez grands ou assez nombreux. Pour me faire bien comprendre, je dirai de suite que l'épiderme de la paume des mains de l'homme fournit ainsi un seul lambeau, duquel on peut extraire à peu près $0^{gr},10$ de matière grasse. On le met à macérer pendant vingt-quatre heures dans une petite quantité d'éther rectifié, on décante et on laisse évaporer.

» La graisse épidermique est jaunâtre, solide à la température ordinaire. Elle a la consistance et la plasticité de la cire. Si on la presse avec l'ongle contre une surface de verre elle adhère à l'un et à l'autre, et pour les séparer il faut une certaine force que l'on peut apprécier aisément. Elle fond à une température voisine de 35°C., comme la cire d'abeilles. Pour le constater on pourra répéter l'expérience suivante : on applique sur un petit carré de papier à cigarette, à une faible distance l'un de l'autre, deux fragments gros comme la tête d'une épingle, l'un de cire d'abeilles, l'autre de cire épidermique. Le carré de papier est maintenu dans un petit tube de verre muni d'un thermomètre. On chauffe progressivement dans un bain d'eau. Les deux cires fondent en même temps, à 35°, en faisant chacune au papier une tache bien apparente.

» Je n'ai pas poussé plus loin ces recherches, car il me suffisait de savoir que la graisse épidermique de l'homme et des mammifères est comparable à la cire des abeilles. C'est un rapprochement d'autant plus intéressant que

la cire des abeilles, comme celle des mammifères, est un produit de sécrétion de la peau.

» Je vais m'occuper maintenant de la répartition de la cire épidermique dans le *stratum corneum*. Lorsqu'on a laissé un fragment de peau pendant vingt-quatre heures dans une solution d'acide osmique à $\frac{1}{100}$, on constate que la couche cornée de l'épiderme est devenue noire. P. Langerhaus, qui fit le premier cette observation, pensa qu'il s'agissait là d'une propriété qui rapprochait l'épiderme des cellules adipeuses, de la myéline des tubes nerveux et des segments externes des cônes et des bâtonnets de la rétine que l'acide osmique colore également en noir.

» Le Dr Unna, de Hambourg, remarqua que la couche cornée, au sortir du bain d'acide osmique, n'était pas uniformément noire et qu'en son milieu se trouvait une zone incolore. Je fis alors observer que l'épaisseur des deux couches noires, l'externe et l'interne, dépendait de la durée du séjour du fragment de peau dans la solution osmique. Bien plus, si la couche cornée est mince et si l'action du réactif est suffisante, le *stratum corneum* est noir dans toutes ses parties. J'ajoutai que si, avant d'immerger la peau dans l'acide osmique on l'a traitée successivement par l'alcool absolu et l'éther, l'acide osmique ne produit plus dans le *stratum corneum* sa réaction caractéristique. J'en ai conclu que cette dernière couche était infiltrée de graisse et que c'était à la présence de cette substance qu'il fallait attribuer la coloration qu'elle prend sous l'influence de l'osmium.

» Les choses en étaient là lorsque j'ai entrepris de nouvelles recherches que j'ai déjà exposées à mes auditeurs du Collège de France. Un fragment de peau emprunté à la plante du pied du cochon d'Inde a été desséché, puis on y a fait au rasoir, et perpendiculairement à la surface, des coupes microscopiques minces, mais cependant d'épaisseur variée. Certaines de ces coupes ont été enlevées obliquement de manière à figurer un ruban en forme de coin. Ces coupes furent placées dans l'eau jusqu'à complet gonflement, c'est-à-dire pendant une minute à peu près, puis elles furent soumises, pendant une heure, à l'action de l'acide osmique. Lavées et montées en préparations dans la glycérine, on constata le lendemain : 1° que dans les coupes très minces le *stratum corneum* n'était pas coloré; 2° que dans les coupes épaisses il était uniformément noir; 3° que dans les coupes d'épaisseur moyenne il était tacheté de noir, comme tigré; 4° que dans les coupes en forme de coin il était possible d'observer successivement, en allant des régions les plus épaisses aux plus minces, une série d'états intermédiaires.

» Les taches noires du *stratum corneum* dans les coupes tigrées sont toutes à peu près semblables. Leur épaisseur est de 5 à 7 μ et leur largeur de 30 à 40 μ. Leur forme est trapézoïde, losangique ou rectangulaire. Quant elles s'avoisinent, elles sont séparées par des bandes claires. Chacune de ces taches correspond à une des cellules du *stratum corneum*.

» Les conclusions à tirer de cette observation sont nombreuses et importantes; mais, avant de les aborder, il importe de connaître l'action de l'acide osmique sur la cire épidermique extraite par l'éther. Au microscope, cette cire, lorsqu'elle n'a été ni fondue ni malaxée, se montre sous la forme de grains isolés ou groupés en forme de boules de grandeur variable.

» Ces grains et ces boules, sous l'influence de l'acide osmique, se colorent rapidement en noir. J'ai vu sortir de certaines des boules des excroissances myéliniques. Je ne veux pas aujourd'hui m'étendre davantage sur cette observation. Qu'il nous suffise de savoir que la cire épidermique extraite par l'éther se colore en noir sous l'influence de l'acide osmique. Une simple comparaison conduit à admettre que les taches noires que ce réactif montre dans le *stratum corneum* correspondent à de petites masses de cire épidermique.

» Par conséquent, les cellules de la couche cornée de l'épiderme, loin d'être des écailles desséchées, comme on l'a cru jusqu'à présent, sont des utricules déformés par pression réciproque, ayant une enveloppe résistante et un contenu cireux. Ce contenu s'échappe sans doute des utricules ouverts par le rasoir, quand on fait les coupes. On comprend que, dans les coupes très minces, tous les utricules soient ouverts et aient laissé sortir leur matière cireuse. On conçoit que ces dernières coupes ne puissent plus être colorées par l'acide osmique. Dans les coupes épaisses, le *stratum corneum* se colore parce qu'elles contiennent encore un très grand nombre d'utricules qui n'ont pas été entamés. Les coupes d'épaisseur moyenne pourront présenter, à côté d'utricules ouverts, d'autres utricules laissés intacts. Les utricules ayant une largeur maxima de 40 μ, si la coupe a une épaisseur un peu supérieure à cette dimension, il s'y trouvera nécessairement des utricules clos à côté de ceux qui ont été ouverts et l'aspect tigré dont j'ai parlé plus haut se produira.

» De la présence et du mode de distribution de la cire épidermique dans le *stratum corneum* il résulte que le corps entier est recouvert d'un vernis protecteur dont la solidité et la souplesse sont incomparables. Nous

sommes protégés par une couche subéreuse dont les cellules sont remplies de cire.

» Le *stratum corneum*, autant que le permet sa faible épaisseur, nous défend par sa structure subéreuse contre les injures mécaniques et par sa cire contre les actions chimiques.

» Comment se forme l'enveloppe des cellules de la couche cornée de l'épiderme, comment s'élabore la cire dans leur intérieur? Je m'en occuperai dans de prochaines Communications. »

ANATOMIE. — *Morphologie des ceintures et des membres pairs et impairs des Sélaciens*. Note de M. **Armand Sabatier** [1].

« Les ceintures et les membres pairs des Sélaciens présentent de prime abord, avec ceux des Téléostéens, des différences si considérables qu'on est tenté de renoncer à toute détermination d'homologies, sinon pour l'ensemble, du moins pour les parties constituantes.

» Dans une Note antérieure (*Comptes rendus* du 20 janvier 1896), j'ai exposé que les ceintures et les nageoires paires des Poissons osseux provenaient du dédoublement de deux interépineux successifs, dont le postérieur, devenu antérieur par suite d'un mouvement de bascule, fournissait à la fois les éléments propres de la ceinture (scapulum, coracoïde, précoracoïde) et l'humérus très rudimentaire et mal différencié, et dont l'antérieur, devenu à son tour postérieur, fournissait le radius, le cubitus, le pisiforme et les métacarpophalangiens. Chez les Téléostéens, ces diverses parties, formées de lames minces et rigides, et de crêtes saillantes, constituent un ensemble de parties bien délimitées, et, le plus souvent même, séparées et distinctes.

» Chez les Sélaciens, les ceintures consistent chacune en une masse continue, à formes lourdes, à arêtes émoussées et dont les parties sont si bien fondues qu'on n'en peut fixer les limites et qu'on n'en discerne pas clairement la signification.

» Après de longues observations, j'eusse renoncé à déterminer leurs homologies, si je n'avais trouvé la clef du problème dans un type vraiment spécial parmi les Téléostéens, et qui, à certains égards, révèle entre eux et

---

[1] Travail de la Station zoologique de Cette (Université de Montpellier).

les Sélaciens des points de contact très remarquables. Il s'agit de la baudroie commune *Lophius piscatorius,* dont on pêche à Cette de très beaux spécimens.

» Il convient d'abord de remarquer que les nageoires pectorales de la baudroie sont, comme celles de la plupart des Sélaciens, situées dans un plan horizontal, et qu'elles possèdent une portion basilaire en moignon qui, se détachant comme un bras de la masse du corps, rappelle les nageoires massives des Sélaciens.

» Ce qui frappe encore, c'est que la ceinture antérieure de la baudroie a, comme celle des Sélaciens, la forme d'un arc largement ouvert en arrière, et composé de deux moitiés unies sur la ligne médiane par une symphyse plus ou moins complète. Cette ceinture est rattachée au post-temporal du crâne par un os dermique, faussement désigné comme sus-claviculaire. Chacune des deux moitiés de la ceinture, au lieu d'être composée de lames et de crêtes minces et distinctes, se présente comme une masse cylindrique unique, à crêtes obtuses et surbaissées, dont l'ensemble ressemble fort à la ceinture des Sélaciens. Comme chez ces derniers la ceinture ne paraît pas formée par le rapprochement et l'association de deux interépineux successifs déplacés et transformés. Cette double composition, très évidente chez la plupart des autres Téléostéens, est ici fortement masquée par deux circonstances : 1° la portion du second interépineux destinée à fournir le radius, le cubitus et le pisiforme est extrêmement petite, et se réduit à une petite saillie soudée à la ceinture dont elle semble n'être qu'un simple appendice; 2° les métacarpophalangiens, dont le nombre semble réduit à deux, ont pris au contraire de très grandes dimensions. Il y a donc, entre la portion antibrachiale et la portion métacarpienne, un contraste remarquable de développement, une sorte de balancement.

» La saillie antibrachiale, courte et trapue, a sa base perforée par un canal destiné aux nerfs du plexus brachial qui se rendent à la face inférieure ou palmaire de la nageoire. Elle porte une surface condylienne sur laquelle s'articulent les deux métacarpiens. Ces connexions sont bien celles que présentent, chez les autres Téléostéens, le radius, le cubitus et le trou interosseux destiné au passage des nerfs palmaires. Le pisiforme, qui reste soudé au cubitus, se réduit à une tige grêle et recourbée, dont l'arc délimite un intervalle existant entre les deux interépineux de la ceinture, ou lacune interépineuse.

» Les deux métacarpiens sont longs, mais de volumes inégaux. L'antérieur, qui est franchement cubital, est le plus grand. Son extrémité distale, élargie en raquette, présente deux crêtes longitudinales qui pourraient indiquer que cet os est la synthèse de deux ou trois métacarpiens cubitaux des autres Téléostéens. Le métacarpien du côté radial, qui est proprement cubito-radial, est plus court et plus mince. Il me paraît répondre au premier métacarpien cubital des Poissons osseux. On sait que, chez ces derniers, le métacarpien proprement radial n'est pas encore séparé du radius, et manque parfois complètement. C'est également le cas chez la baudroie.

» Cette structure, comparée à celle de la ceinture pectorale des Sélaciens, montre de frappantes ressemblances : la ceinture de *Scyllium catulus* par exemple forme, comme celle de la baudroie, un arc concave à large ouverture, seulement le plan de la ceinture est un peu relevé en arrière. Sur la face inférieure de la ceinture, s'élève de chaque

côté une saillie massive, grossièrement conique, qui se prolonge en avant en décroissant, et dont la base est perforée d'un canal qui sert de passage aux nerfs du plexus brachial qui se rendent à la face inférieure ou palmaire de la nageoire. Le sommet et le bord externe de la saillie fournissent des surfaces articulaires destinées aux pièces basilaires des trois secteurs de la nageoire désignés par Gegenbaur comme pro- meso- et métapterygium. Mais il faut noter que le secteur désigné par cet anatomiste comme propterygium est en réalité en dehors et en *arrière*, tandis que le prétendu métapterygium est en dedans et en *avant*. Ce sont là des désignations inexactes, qu'il conviendra d'abandonner pour de meilleures. On ne peut douter que cette saillie, perforée pour le passage des nerfs palmaires, et articulaire pour les articles basilaires de la nageoire, ne corresponde exactement à l'interépineux postérieur et réduit de la baudroie, c'est-à-dire aux radius, cubitus et pisiforme, et que les articles basilaires n'en représentent les grands métacarpiens. La similitude des connexions des parties squelettiques, soit entre elles, soit avec les muscles, soit avec les nerfs, ne permet pas l'hésitation. Seulement chez les *Scyllium* les parties sont plus empâtées et fondues, si bien que la lacune interépineuse a été comblée et a disparu. Mais la présence ou l'absence de cette lacune ne saurait infirmer les homologies. Outre qu'elle est de dimensions très variées chez les Poissons osseux où elle subsiste, elle disparaît dans certains types, les Balistes, les Zeus par exemple; et on la retrouve, même très agrandie, dans la ceinture antérieure des Sélaciens batoïdes, les Raies par exemple.

» Chez les *Achantias,* la saillie unique qui, chez les *Scyllium,* représente le deuxième interépineux, est remplacée par deux saillies distinctes : l'une, interne et plus aiguë, représente l'angle saillant ou bec du pisiforme; l'autre, située plus en dehors, est la saillie cubito-radiale dont la base est perforée par le canal nerveux. Cette forme est donc plus voisine de celle des Téléostéens.

» Il résulte de cette comparaison que la ceinture antérieure des Squalidés est, comme celle des Poissons osseux, formée par deux interépineux dédoublés, mais fondus de chaque côté en une masse unique, sur laquelle s'articulent les cartilages basilaires des segments de la nageoire, qui correspondent aux métacarpiens des Téléostéens.

» J'établirai, dans une Note ultérieure, que la ceinture antérieure si singulière des Raies n'est qu'une modification de celle des Squales, et a des relations frappantes avec celle de la baudroie et des autres Poissons osseux.

» D'ailleurs, la fusion des deux interépineux de la ceinture antérieure des Sélaciens n'a rien d'exceptionnel, comme forme générale, et ne saurait creuser un fossé profond entre les Poissons osseux et les Poissons cartilagineux. Cette fusion est, en effet, la règle très générale de la ceinture postérieure des Poissons des deux groupes. Les membres postérieurs pairs des Poissons (ceinture et extrémité) représentent, par suite des fusions et des réductions dont ils sont le siège, une forme régressive de ces appen-

dices. Il s'ensuit logiquement que les membres antérieurs des Sélaciens, qui sont le lieu des mêmes phénomènes, sont aussi des formes régressives. Mais, si l'on se rappelle que les membres antérieurs des Téléostéens sont, au contraire, le siège de différenciations nouvelles et de complications de structure, on est logiquement amené à considérer le Sélacien comme un type régressif, et le Téléostéen comme une forme progressive, tout au moins au point de vue squelettique. Il faut ajouter cependant que, tandis que dans les membres postérieurs des Téléostéens les métatarsiens ne sont jamais différenciés, chez les Sélaciens, un, deux ou même trois articles basilaires peuvent exister comme métatarsiens. Il y a plus chez les Sélaciens : dans les deux membres, des formations phalangiennes sont toujours formées aux dépens des métacarpiens ou des métatarsiens. Ce serait, en effet, une erreur que de confondre les plaques polygonales ou les tiges cartilagineuses multiples des nageoires des Sélaciens comme représentant les rayons des Téléostéens, productions dermiques ajoutées au squelette fondamental de la nageoire. Ce sont, en réalité, des doigts multiples à phalanges plus ou moins nombreuses, et comparables aux régions phalangiennes des Ichtyosaures, des Cétacés, etc. Les rayons des nageoires des Poissons osseux sont représentés, chez les Sélaciens, par ces fins rayons scléreux, souples et serrés, qui surmontent la région phalangienne et soutiennent la portion marginale et membraneuse de la nageoire.

» Il y a donc chez le Sélacien, au point de vue de la constitution des ceintures et des membres, antérieurs et postérieurs, plus d'uniformité que chez les Téléostéens. Chez ces derniers, les membres antérieurs ont progressé comme complication de structure, tandis que les postérieurs se sont réduits et simplifiés. Cette diversité même est un caractère de tendance progressive.

» Si donc l'on décompose le membre du Poisson en trois segments : 1° le segment basilaire (ceinture, bras et avant-bras); 2° le segment palmaire, métacarpo ou métatarsophalangien ; 3° le segment radiaire, ou des rayons, on constate que le premier segment est, comme organisation, bien supérieur chez les Poissons osseux; le second, bien supérieur chez les Poissons cartilagineux; le troisième, bien supérieur chez les Poissons osseux.

» Chez les Sélaciens, la souplesse du tissu (cartilage) est associée à la résistance des formes massives; tandis que, chez les Téléostéens, la résistance du tissu (os) est associée à la multiplicité et à la mobilité des articulations et à la gracilité des formes squelettiques.

» En définitive, l'étude comparée des dispositions squelettiques des ceintures et des membres suffit déjà à susciter et à appuyer cette assertion, que les deux groupes de Poissons ci-dessus ne représentent pas, dans le champ évolutif, des types successifs, mais des formes divergentes pouvant provenir d'un type commun à dispositions squelettiques moins modifiées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *James Hall.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Marsh obtient	44	suffrages,
M. Zittel	4	»

M. **Marsh**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Le foie, organe pigmentaire, chez les Invertébrés.* Note de MM. **A. Dastre** et **N. Floresco.**

« Après ceux des Vertébrés ([1]), nous avons examiné les pigments hépatiques des Invertébrés. Cette étude conduit, comme celle du fer hépatique que nous avons faite antérieurement, à des résultats d'une grande simplicité et d'une identité à peu près complète dans tout le règne animal. Chez tous les animaux, le foie présente jusque dans ses fonctions, récemment encore inconnues ou négligées, *d'organe pigmentaire* et *d'organe martial*, une constance et une fixité remarquables. L'homologie physiologique du foie se soutient donc partout, contrairement à une opinion répandue qui veut le réduire, chez les Invertébrés, au simple rôle d'un pancréas.

» Nous indiquerons d'abord les caractères qui différencient les foies des Vertébrés et des Invertébrés, au point de vue physiologique.

» I. *Différences.* — *a.* La première différence est relative à la distinction

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVI, n° 17, 25 avril 1898.

entre le tissu du foie et sa sécrétion, quant aux pigments qui les colorent. Chez les Vertébrés, les pigments hépatiques sont distincts des pigments biliaires. Cela tient à ce que, chez eux, il n'y aucun rapport entre la macération du tissu hépatique et sa sécrétion ou bile. Le foie, à l'inverse des glandes digestives, salivaires, gastriques, pancréatique, n'abandonne à l'eau qu'une liqueur sans ressemblance avec la sécrétion de cet organe, au point de vue des pigments comme de la plupart des autres constituants.

» Le résultat est tout différent chez les Invertébrés. Les pigments hépatiques s'y confondent, en partie (quant au pigment aqueux), avec les pigments de la sécrétion biliaire. Et cela tient à ce que, à l'inverse de ce qui avait lieu tout à l'heure, la macération du foie est très analogue à la sécrétion externe de cet organe, aussi bien au point de vue des pigments que des autres substances. Le foie abandonne à l'eau une liqueur que l'on peut identifier à la sécrétion. Nous en avons fourni la preuve, chez l'Helix, en montrant : en premier lieu, que les deux liquides présentent les mêmes spectres d'absorption, à deux bandes, exactement superposables, également inaltérables par le sulfure d'ammonium et détruits par les acides; et, en second lieu, qu'ils contiennent la même quantité de fer pour le même poids sec (environ $0^{mg},45$ pour 1^{gr} sec).

» *b*. La seconde différence, que nous ne faisons que confirmer après Krukenberg et Mac Munn, consiste dans l'absence d'acides choliques dans la sécrétion de l'Invertébré, alors même qu'elle est amère, opposée à leur présence constante dans la bile du Vertébré.

» *c*. Le troisième caractère distinctif est relatif à l'existence, dans le foie des Invertébrés, de ferments digestifs qui n'auraient pas encore été signalés dans le foie des Vertébrés. Ce résultat tient peut-être à ce que l'on n'a pas su les y rechercher; car, dans des conditions convenablement choisies, MM. U. Gayon et Dastre ont extrait un ferment inversif, et MM. Arthus et Huber ont manifesté l'amylase.

» II. *Analogies*. — Au point de vue des pigments hépatiques, l'analogie est complète dans toute la série animale. Le foie présente partout les deux mêmes pigments, la *ferrine* et le *choléchrome*. C'est la traduction précise de ce fait d'observation banale, que, chez tous les animaux, le foie est caractérisé par une coloration qui reste comprise dans la gamme du jaune au brun rouge.

» Cette règle d'identité ne comporte que deux exceptions, dont l'une purement apparente.

» a_1. Le premier pigment (*pigment aqueux, ferrine*) est soluble dans

l'eau légèrement alcaline ou chargée d'une petite quantité de substances organiques ou salines. Il s'obtient chez tous les animaux par les mêmes procédés d'extraction (digestion papaïnique, macération alcaline, etc.); il se retrouve dans la sécrétion de l'Invertébré, et la colore, résultat qui contredit les auteurs tels que Hoppe-Seyler et G. Bunge, d'après lesquels la sécrétion hépatique serait colorée seulement chez les Vertébrés dont le sang est lui-même coloré par hémoglobine; il est riche en fer; son spectre d'absorption est continu; il paraît formé surtout d'une sorte de protéosate de fer.

» La seule exception est présentée par les Gastéropodes pulmonés (escargots) qui, au lieu et place de la ferrine, possèdent l'hémochromogène, plus riche en fer que la ferrine et offrant un spectre à deux bandes. Il faut noter que l'hémochromogène constitue le noyau fondamental de l'hémoglobine, laquelle d'ailleurs fait défaut chez ces animaux.

» b_1. Le second pigment universel est le *choléchrome*. Il est soluble dans l'alcool; son vrai dissolvant est le chloroforme. Il s'obtient en traitant par ces liquides le tissu sec. Il n'existe pas dans la sécrétion. Il ne contient pas de fer. Son spectre est continu. Il est intermédiaire aux lipochromes et aux pigments biliaires, bilirubine et dérivés. Il est abondant chez certains animaux, en particulier chez ceux dont le foie est riche en graisse, ce qui peut tenir, soit à l'espèce (Homard), soit aux conditions physiologiques (alimentation riche, etc.). Il est rare chez les animaux à foie maigre, inanitiés.

» C'est ici que se présente la seconde exception, apparente cette fois. Le choléchrome, en effet, est masqué dans la plupart des cas et relégué au second plan par un pigment qui s'y surajoute, à caractères tranchés, et qui n'est autre chose qu'une chlorophylle ou xanthophylle. Ce pigment chlorophyllien présente le spectre caractéristique à quatre bandes, dont la première, dans le rouge, raie de Brewster, presque au contact de B, est tout à fait distinctive. Nous ne l'avons pas rencontré chez les Crustacés dont le foie est gras et contient le choléchrome en assez forte proportion : mais on le trouve chez la plupart des Mollusques, Céphalopodes, Lamellibranches, Gastéropodes. Il y a donc chez ces animaux une chlorophylle hépatique, *hépatoxanthophylle*.

» Nous nous proposons de revenir ultérieurement sur l'origine de ce pigment surajouté, qui soulève le problème général de la chlorophylle animale.

» Nous indiquerons, en terminant, une curieuse relation que nos recherches ont contribué à mettre en lumière, entre le foie et les téguments, ou,

plus exactement, chez l'Helix entre le foie et la coquille. La coquille est colorée par les mêmes pigments que le foie : elle contient du fer, comme celui-ci. Inversement, au moment de l'accroissement de la coquille, les sels terreux qui sont utilisés à ce travail se trouvent abondamment dans le foie. Les choses se passent donc comme si le foie servait d'entrepôt ou d'organe de réserve pour les matières cochléaires. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur la prédiction des occultations d'étoiles par la Lune, et sur le calcul des longitudes terrestres au moyen des occultations.* Mémoire de M. G. **Bigourdan**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Lœwy, Callandreau, Guyou.)

« Le problème de la prédiction des occultations intéresse à la fois l'astronome, le navigateur et le voyageur. A l'astronome, qui observe en un lieu de position géographique bien connue, les occultations d'étoiles par la Lune offrent un excellent procédé pour déterminer le lieu et le diamètre de la Lune; et au voyageur, les occultations fournissent un moyen à la fois pratique et précis pour déterminer sa longitude.

» Cette méthode ne peut donner tous ses avantages, pour les besoins astronomiques ou géographiques, qu'autant que l'on calcule à l'avance l'heure approchée des immersions, et surtout celle des émersions.

» Le calcul de prédiction est bien facilité par les données que fournissent les éphémérides astronomiques. Mais, néanmoins, ce calcul exige un temps et une attention qui paraissent généralement incompatibles avec les occupations, les fatigues et les installations sommaires des voyageurs, car la plupart de ceux-ci ne rapportent pas même la centième partie des observations d'occultations qu'ils auraient pu recueillir.

» Je me suis proposé de simplifier assez cette prédiction pour que, en voyage, le chef de mission puisse s'en décharger sur un de ses auxiliaires, celui-ci fût-il peu familier avec les calculs.

» Pour cela, je donne des Tables de parallaxe qui, au moyen des positions géocentriques de la Lune fournies par les éphémérides, font connaître les positions *apparentes* correspondantes, pour un point quelconque de la surface de la Terre. On portera sur une même Carte à la fois ces positions apparentes de la Lune et les positions des étoiles environnantes : on con-

naîtra ainsi à l'avance la position de la Lune, telle qu'on la verra parmi les étoiles à tout instant donné; par suite, on pourra savoir immédiatement à quelle heure telle étoile se trouvera exactement sur le bord de la Lune et en quel point de ce bord.

» Pour réduire en Tables la parallaxe en ascension droite $d\alpha$, et la parallaxe en déclinaison $d\delta$, on a développé ces quantités $d\alpha$, $d\delta$ en série, ce qui se fait aisément pour $d\alpha$, un peu moins facilement pour $d\delta$, à cause de l'angle auxiliaire ordinaire, que l'on se proposait d'éliminer. Enfin, on a calculé aussi le diamètre apparent L′ de la Lune, connaissant le diamètre L donné par les éphémérides pour le centre de la Terre.

» On s'est assuré que les termes du troisième ordre n'atteignent pas $0^s,03$ pour $d\alpha$, $0'',4$ pour $d\delta$, de sorte qu'on peut les négliger; et c'est ce qu'on a fait.

» En distinguant par l'indice 1 les valeurs de $d\alpha$, $d\delta$, L′ dans lesquelles on tient compte seulement des termes du premier ordre; par l'indice 1, 2 les valeurs des mêmes quantités quand on tient compte des termes du premier et du second ordre, on a obtenu finalement :

$$d\alpha_1 = \mathrm{A}a, \qquad d\alpha_{1,2} = \mathrm{A}a + \mathrm{B}b,$$
$$d\delta_1 = \mathrm{C}c + \mathrm{D}d, \qquad d\delta_{1,2} = (\mathrm{C}_1 c + \mathrm{D}d)(1 + \mathrm{C}_1 f + \mathrm{E}c),$$
$$\mathrm{L}'_1 = (\mathrm{L} - 1'',3)(1 + \mathrm{G} + \mathrm{H}), \qquad \mathrm{L}'_{1,2} = (\mathrm{L} - 1'',3)(1 + \mathrm{C}_1 f + \mathrm{E}c),$$

où les quantités A, B, C, ..., a, b, c, ... dépendent de la latitude de l'observateur et de la position de la Lune (angle horaire, déclinaison, parallaxe); mais chacune d'elles dépend de deux arguments au plus. Ces quantités A, B, C, ..., a, b, c, ... ont été réduites en Tables, données dans le Mémoire; quoique ces Tables s'étendent à toute la Terre, elles n'occupent que 11 pages in-4°; cependant on a eu soin de faire croître les arguments assez lentement pour que les interpolations soient toujours faciles.

» Dans l'emploi de ces Tables, il y a lieu de distinguer deux cas : celui où il s'agit d'une prédiction et celui où l'on veut calculer une longitude.

» 1° *Prédiction d'une occultation.* — Il suffit alors de tenir compte des termes du premier ordre, c'est-à-dire de calculer $d\alpha_1$, $d\delta_1$, L'_1 dont les valeurs sont données ci-dessus; on voit que le calcul se réduit alors, pour chaque lieu apparent, à deux additions et quatre multiplications, portant toutes sur de petits nombres. En outre, je montre comment on peut toujours s'arranger de manière que l'argument $\mathcal{A}\!\mathcal{H}$, angle horaire de la Lune, soit

toujours une heure ronde : l'interpolation se trouve ainsi bien simplifiée, et les Tables pourraient alors être réduites à n'occuper que 3 pages.

» 2° *Calcul d'une longitude approchée au moyen d'une observation d'occultation.* — Le voyageur, qui, depuis quelque temps, n'a pas rencontré de point dont la position géographique soit connue, peut avoir besoin de connaître immédiatement, sur place, sa longitude approchée ([1]). Nos Tables lui permettront de calculer facilement cette longitude; mais, dans ce cas, il faudra tenir compte des termes du deuxième ordre, c'est-à-dire calculer $d\alpha_{1,2}$, $d\delta_{1,2}$, $L'_{1,2}$.

» Comme exemple, on a choisi l'occultation des Pléiades du 3 janvier 1898 à Paris : les résultats obtenus sont donnés dans le Tableau suivant et comparés d'une part à l'observation (voir *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 196), de l'autre au calcul fait au moyen des éléments de la *Connaissance des Temps*.

			Heures calculées			Observation. — Calcul		
Étoiles.	Phase.	Heures observées.	*Conn. des Temps.*	Par nos Tables (1er et 2e ordre).	Prédiction graphique (1er ordre).	*Conn. des Temps.*	Par nos Tables (1er et 2e ordre).	Prédiction graphique (1er ordre).
		h m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s
17 Taureau...	Disp.	7.19.33,4	19.38	19.52	20.48	—0. 5	—0.19	—1.15
» ...	Réapp.	8.41.16,1	41.33	41.33	41.22	—0.17	—0.17	—0. 6
16 Taureau...	Disp.	7.52.44,9	52.59	53. 6	52.30	—0.14	—0.21	+0.15
» ...	Réapp.	8.19. 5,7	19.17	19. 9	20.17	—0.11	—0. 3	—1.11
23 Taureau...	Disp.	8.18.30,3	18.49	18.43	18. 2	—0.19	—0.13	+0.28
» ...	Réapp.	9.16.58,2	17.15	17.19	16.42	—0.17	—0.21	+0.16
η Taureau...	Disp.	8.59.26,2	59.38	59.33	60.26	—0.12	—0. 7	—1. 0
» ...	Réapp.	10.19.52,7	20. 6	20. 4	19.22	—0.13	—0.11	+0.31
28 Taureau...	Disp.	10.11. 8,6	11.30	11.24	11.16	—0.21	—0.15	—0. 7
» ...	Réapp.	11.22.28,3	22.40	22.39	21.49	—0.12	—0.11	+0.39
27 Taureau...	Disp.	10.22.14,3	22.36	22.21	23.42	—0.22	—0. 7	—1.28
» ...	Réapp.	11. 5.44,7	5.58	6.10	3.50	—0.13	—0.25	+1.55

» On voit, par ce Tableau, que la prédiction graphique donne généralement les heures des occultations à une minute près, ce qui est bien suffisant; et que le calcul fait avec la précision que comportent nos Tables

([1]) Au moyen de la Lune, il ne peut d'ailleurs obtenir sur place qu'une longitude approchée, puisque le calcul définitif exige la connaissance des corrections des Tables lunaires, corrections déduites des travaux des observatoires.

donne la longitude à peu près avec la même exactitude que le calcul fait avec les éléments fournis par les éphémérides astronomiques.

» Il reste donc, en faveur de l'emploi de ces Tables, l'avantage d'une prédiction très simple, à la portée de tous les voyageurs, et dans laquelle les erreurs de calcul sont immédiatement révélées sur la construction graphique; en outre, on a la possibilité d'utiliser un nombre d'étoiles bien plus grand que celui qu'indiquent les éphémérides. »

MM. **J. Carvallo** et **G. Weiss** adressent, par l'entremise de M. Marey, une Note intitulée : « Du choix d'une méthode dans l'évaluation de la section transversale des muscles ».

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, d'Arsonval.)

M. **Fr. Hesselgren** adresse une « Étude sur la gamme musicale et ses intervalles harmoniques ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Violle.)

M. **F. Larroque** adresse une Note relative à des phénomènes radioscopiques, observés pendant une tempête.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **C. Tollet** adresse divers documents établissant les résultats des améliorations qu'il a apportées dans la construction des hôpitaux.

(Renvoi aux concours Montyon.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux Brochures de M. le Commandant *V. Legros*, intitulées : l'une « L'armement et la technique des feux des infanteries modernes » ; l'autre « Des effets de la mousqueterie selon le terrain et les formations ». (Présentées par M. J. Boussinesq.)

La **Société royale de médecine publique de Belgique** adresse à l'Académie deux Volumes intitulés : « Congrès national d'Hygiène et de Climatologie médicales de la Belgique et du Congo ».

ASTRONOMIE. — *Résultats numériques obtenus pour la latitude de l'Observatoire, par les observations faites au cercle méridien du jardin.* Note de MM. **H. Renan**, **J. Perchot** et **W. Ebert**, présentée par M. Lœwy.

« La discussion de la formule trouvée nous a conduits à procéder de la manière suivante : en choisissant des étoiles dont la distance au pôle nord ne dépasse pas 1°, et qui, par suite, restent dans le champ de la lunette pendant huit heures consécutives, nous avons pu les observer à quatre heures du méridien. La première détermination a été faite deux heures avant le cercle horaire de six heures ou de dix-huit heures et la deuxième quatre heures plus tard, dans le courant de la même nuit, c'est-à-dire deux heures après le passage de l'étoile au même cercle. Dans chacune de ces deux opérations, les quantités Δ' et Δ'' étaient mesurées directement par les pointés du fil en ascension droite sur l'étoile, et les quantités P' et P'' par les pointés du fil en déclinaison combinés avec les lectures correspondantes du cercle divisé.

» En se reportant à la valeur de λ, on voit qu'une erreur accidentelle sur Δ' et Δ'' entre avec un facteur à peu près double de celui qui multiplie une erreur du même ordre sur P' et P''; nous avons donc associé à chaque pointé en déclinaison la moyenne de deux pointés en ascension droite, faits à des intervalles de temps égaux, l'un avant et l'autre après. Nous avons formé dix groupes de ce genre pour chaque observation, c'est-à-dire vingt pointés en ascension droite, et dix en déclinaison. La moyenne des temps des premiers étant sensiblement la même que celle des seconds, nous avons déterminé chaque position de l'étoile par la moyenne de ces pointés. En réalité, à cause de la courbure du petit cercle décrit par l'étoile sur la sphère, le point correspondant se trouve à l'intérieur de ce petit cercle; comme dans l'observation symétrique tout se passe de la même manière, cela revient à remplacer l'étoile réelle par une autre, dont la distance polaire serait moindre. Mais la valeur de λ a été trouvée en éliminant la distance de l'étoile observée au pôle; nous n'avons donc, en opérant ainsi, introduit aucune erreur de calcul.

» L'inclinaison I du fil micrométrique en déclinaison entre avec un facteur important dans l'expression de λ fournie par chaque circompolaire; mais, si l'on a le soin d'en prendre plusieurs dans chaque série, le terme en $\sin I$, dans la valeur moyenne de λ, aura pour coefficient $\sum \frac{\Delta'' + \Delta'}{2}$. Or, ces quantités Δ devant être regardées comme positives à l'ouest et négatives à l'est, nous avons dans chaque soirée groupé les étoiles observées de façon qu'elles fussent à peu près symétriques par rapport au méridien, si bien que les différents termes de cette somme se détruisaient sensiblement deux à deux, et qu'une erreur même grossière, et qu'on ne saurait admettre, sur la valeur de I ne pourrait pas modifier le résultat d'une série.

» Enfin le dernier terme de la formule nous a paru devoir être calculé avec la plus grande précision : d'abord, d'après notre manière de procéder, le facteur qui multiplie dn est sensiblement égal à $\frac{\sqrt{3}}{2}$, et, de plus, ce terme a constamment le même signe, que l'étoile soit observée à l'est ou à l'ouest. Or la variation de n dépend de la variation de l'inclinaison de l'axe de rotation, et de celle de l'azimut de la lunette. Pour mesurer la première, nous avons eu recours à des pointés du fil d'ascension droite sur son image dans le bain de mercure nadiral; pour la seconde, nous avons employé les pointés de ce même fil sur nos deux mires, et nous avons répété ces mesures quatre fois par soirée, au commencement et à la fin de chacune des deux parties de la série.

» Nous avons poursuivi ces études pendant quinze mois, en 1897 et 1898 : afin de diminuer autant que possible l'influence des erreurs personnelles, chacun de nous a concouru aux observations dans des proportions à peu près égales, et nous sommes parvenus à réunir ainsi cinquante-sept séries complètes, dont vingt-six dans la position directe et trente et une dans la position inverse de la lunette.

» Autant que possible, dans chacune de ces séries, nous avons pris deux circompolaires à l'est et deux à l'ouest, nous mesurions la position de chacune d'elles deux fois avant le passage au cercle horaire de 6^h ou 18^h, et deux fois après ce passage, ce qui nous donnait huit déterminations de la latitude, absolument indépendantes les unes des autres.

» On remarquera, par le Tableau ci-après, que, dans les premiers mois, l'accord entre les résultats est moins satisfaisant qu'à la fin : cela vient de ce que, dans toute recherche de ce genre, un certain apprentissage est

nécessaire, et que, pour deux d'entre nous, c'était un travail absolument nouveau. De plus, dans le courant de notre étude, nous avons constamment perfectionné l'installation de notre instrument, au point de vue de la mise au foyer, du prisme nadiral et de l'éclairage des fils pour la détermination du nadir. Nous n'avons cependant supprimé aucune de nos séries complètes, pensant qu'il vaut mieux laisser une erreur moyenne plus forte que de risquer, en supprimant de parti pris quelques nombres, de fausser le résultat définitif. Nous avons obtenu ainsi :

En position directe	$\varphi = 48°50'10'',40$
En position inverse	$\varphi = 48°50'10'',15$

» L'erreur moyenne d'une détermination isolée est de $\pm 0'',58$ dans la position directe, et de $\pm 0'',50$ dans la position inverse, ce qui donne une erreur probable de $\pm 0'',10$ pour la moyenne.

» Pour en conclure une latitude du centre de notre cercle, il faut à ces résultats apporter encore une correction provenant d'un ensemble de causes physiques qu'on désigne sous le nom de *flexion*. Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* du 3 janvier 1898, MM. Ebert et Perchot ont exposé les procédés qui leur ont servi à effectuer ces mesures si délicates et si importantes; et si l'on applique cette correction, telle qu'ils l'ont déterminée, on trouve :

En position directe	$\varphi = 48°50'10'',71$
En position inverse	$\varphi = 48°50'10'',62$

» On remarquera l'accord entre ces deux résultats, et nous insistons sur ce fait que les déterminations de la flexion ont été faites par des procédés physiques absolument indépendants de toute observation stellaire, et publiées bien antérieurement à tout calcul de nos séries.

» En résumé, nous adoptons donc pour la latitude du centre du cercle méridien du jardin $48°50'10'',65$, ce qui donnerait une valeur de

$$48°50'12'',35$$

pour la latitude du centre du grand cercle méridien de l'Observatoire :

Tableau des résultats de chaque soirée d'observation.

Position directe.						Position inverse.					
1897.	"	1897.	"	1897.	"	1897.	"	1897.	"	1898.	"
Avril 15 (¹)..	9,43	Juin 10.....	10,47	Nov. 11.....	11,00	Oct. 5.....	9,51	Nov. 3.....	10,07	Juin 17.....	10,64
» 24.....	10,26	» 11.....	11,22	Déc. 20.....	11,70	» 6.....	9,44	1898.		» 21.....	10,00
Mai 1.....	10,51	Juill. 23.....	8,86	» 21.....	11,14	» 7.....	10,89			» 23.....	10,45
» 4.....	10,73	Août 4.....	10,03	» 24.....	10,27	» 16.....	10,04	Mars 21.....	9,48	Juill. 4.....	11,00
» 6.....	10,59	» 9 (¹)..	8,87	» 27.....	10,95	» 21.....	9,85	» 22.....	9,45	» 7.....	11,80
» 14.....	10,43	Sept. 2.....	10,34	1898.		» 23.....	10,76	Avril 1.....	9,42	» 15.....	10,57
» 15.....	9,42	» 4.....	10,12			» 24.....	9,79	» 6.....	10,47	» 16.....	9,43
» 19 (¹)..	9,08	» 10....	12,02	Juill. 31.....	10,77	» 25.....	10,40	» 7.....	9,46	» 17.....	10,18
» 21.....	10,30	» 13.....	10,40	Août 2.....	10,96	» 26.....	9,59	» 8.....	10,89	» 18.....	10,10
				» 5.....	10,74	» 27.....	9,66	» 12 (¹)..	11,35		
						Nov. 2.....	9,71	» 13.....	9,86		
								» 23.....	10,26		
								Juin 14.....	10,20		

(¹) Série incomplète.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la détermination de la pesanteur au sommet du mont Blanc, à Chamonix et à Meudon.* Note de M. **Hansky**, présentée par M. Janssen.

« Suivant la proposition et avec l'assistance de M. Janssen, je me suis occupé cette année de la détermination de la pesanteur à Chamonix, au Brévent, aux Grands-Mulets et au sommet du mont Blanc.

» Pour ces observations, nous avons employé l'appareil de Sterneck, appareil très transportable, qui est adopté depuis quelques années en Autriche, en Amérique et en Russie. Cet instrument, qui n'a pas la prétention d'atteindre à une haute précision, est néanmoins précieux pour obtenir des déterminations relatives. Il a été employé avec succès par M. Sterneck pour des déterminations de la pesanteur relative en Autriche et en Italie.

» D'après les constantes données par Sterneck pour ces pendules, j'ai fait, à l'observatoire de Meudon, l'hiver et le printemps derniers, plusieurs déterminations de la pesanteur relative. La valeur de la pesanteur à Vienne est donnée : $g = 9,80876$ et les durées d'oscillation de trois pendules de notre appareil :

N° 92.............................	$S = 0^s,5075883$
N° 93.............................	$S = 0^s,5075550$
N° 94.............................	$S = 0^s,5081967$

» Cinq séries de déterminations faites à Meudon m'ont donné les résultats suivants :

Pendule n° 92	$g = 9^{m},80988$	et	$S = 0^{s},5075600$
» n° 93	$g = 9,80966$	et	$S = 0,5075310$
» n° 94	$g = 9,80992$	et	$S = 0,5081670$

» Il est évident que le pendule n° 93 a changé un peu sa forme. Pour que ses déterminations fussent comparables aux deux autres, j'ai adopté pour Meudon la valeur de $g = 9,80990$ (moyenne de deux autres) en laissant pour tous les pendules les durées d'oscillations observées. Maintenant, les valeurs de la pesanteur, déterminées dans les endroits indiqués plus haut, sont relatives à celle de Meudon. On les calcule à l'aide de la formule

$$g_x = g_0 \frac{S_0^2}{S_x^2},$$

où S_0 est la durée d'une oscillation à Meudon et S_x celle du même pendule observée dans l'endroit x. Ces durées d'oscillations sont corrigées de la pression barométrique, de la température, de l'amplitude et de la marche du chronomètre.

» *Chamonix.* — Les observations faites le 13 août m'ont donné les valeurs suivantes :

Pendule n° 92	$g = 9^{m},80412$	$S = 0^{s},5078193$
» n° 93	$g = 9,80407$	$S = 0,5077897$
» n° 94	$g = 9,80402$	$S = 0,5084290$

Moyenne : $g = 9^{m},80407$.

» La marche du chronomètre fut déterminée par les observations avec la méridienne de Brunner empruntée à l'observatoire de Meudon.

» Pour avoir l'heure au sommet du mont Blanc, nous avons adopté l'appareil de signaux solaires du Service géographique de l'Armée, et nous avons appliqué un obturateur à la planche qui sert à diriger le faisceau lumineux. Nous avons fait des expériences avec cet appareil en comparant deux chronomètres à la distance de 7^{km} (au sommet de la tour Eiffel et à l'observatoire de Meudon) et ensuite en les comparant directement. Ces observations nous ont donné, pour la précision d'une comparaison, la valeur de $0^{s},2$, précision qui atteint $0^{s},1$ pour la marche, si l'on fait chaque fois plusieurs comparaisons (de 10 à 15). Dans toutes les observations à Meudon et à Chamonix, j'étais assisté par M. Tikhoff, astronome russe qui s'était chargé de faire des observations avec la méridienne et de m'envoyer les signaux optiques.

» Pour avoir une marche régulière du chronomètre au sommet du mont Blanc, M. Janssen a fait placer le chronomètre sur un réservoir à eau tiède, le tout étant placé dans une boîte garnie de coussins d'édredon qui le protégeaient très efficacement

contre le refroidissement. Le résultat fut que la température de l'intérieur de la boîte se tint toujours au-dessus de zéro, ne variant qu'entre $+5^\circ$ et $+15^\circ$. Dans ces conditions on pouvait admettre que la marche restait uniforme puisque les chronomètres sont toujours compensés pour les températures au-dessus de zéro.

» *Sommet.* — J'ai fait cinq séries de déterminations de la pesanteur au sommet du mont Blanc, les 29, 30 et 31 août. Celle du 30 n'a pas pu être calculée, parce qu'une tourmente de neige ne permit pas d'avoir les signaux de Chamonix. Les observations du 29 m'ont donné (moyennes de deux séries) :

Pendule n° 92.........	$g = 9^{\text{m}},79472$	$S = 0^{\text{s}},5079549$
» n° 93.........	$g = 9,79470$	$S = 0,5079248$
» n° 94.........	$g = 9,79478$	$S = 0,5085592$

» Et pour le 31 août :

Pendule n° 92.........	$g = 9^{\text{m}},79466$	$S = 0^{\text{s}},5079508$
» n° 93.........	$g = 9,79471$	$S = 0,5079243$
» n° 94.........	$g = 9,79477$	$S = 0,5085593$

» La moyenne générale pour le sommet est

$$g = 9^{\text{m}},79472.$$

» *Les Grands-Mulets.* — Le 2 septembre j'ai fait les déterminations aux Grands-Mulets (deux séries) et j'ai obtenu les valeurs suivantes :

Pendule n° 92.........	$g = 9^{\text{m}},79995$	$S = 0^{\text{s}},5078179$
» n° 93.........	$g = 9,80005$	$S = 0,5077862$
» n° 94.........	$g = 9,79997$	$S = 0,5084252$

Moyenne : $g = 9^{\text{m}},79999$.

» *Brévent.* — Deux séries d'observations faites le 7 septembre au Brévent ont donné les résultats suivants :

Pendule n° 92.........	$g = 9^{\text{m}},80051$	$S = 0^{\text{s}},5078032$
» n° 93.........	$g = 9,80048$	$S = 0,5077749$
» n° 94.........	$g = 9,80069$	$S = 0,5084058$

Moyenne : $g = 9^{\text{m}},80056$.

» Il y a certaines réserves à faire sur l'exactitude complète de ces chiffres, les observations ayant dû être faites au dehors.

» *Chamonix.* — M. Janssen nous a chargé, avant de quitter Chamonix, d'y faire encore une nouvelle détermination. Les observations du 5 octobre m'ont donné :

Pendule n° 92.........	$g = 9^{\text{m}},80396$	$S = 0^{\text{s}},5077137$
» n° 93.........	$g = 9,80393$	$S = 0,5076855$
» n° 94.........	$g = 9,80394$	$S = 0,5083215$

Moyenne : $g = 9^{\text{m}},80394$.

» Si nous donnons le même poids à ces observations et à celles du 13 août, nous avons pour Chamonix

$$g = 9^{m},80400,$$

mais nous préférons adopter le nombre

$$g = 9^{m},80394,$$

les conditions de la dernière observation ayant été meilleures. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Je voudrais rassembler dans cette Note les principaux résultats que j'ai obtenus sur les équations du second ordre à points critiques fixes. La question que je traiterai est la suivante : *Parmi toutes les équations*

$$(1) \qquad y'' = R(y', y, x),$$

où R *est rationnel en* y', *algébrique en* y, *analytique en* x, *déterminer explicitement celles qui ont leurs points singuliers fixes.*

» La réponse s'énonce ainsi : *Toutes les équations cherchées s'obtiennent soit en effectuant sur les équations* (A), (B) *la transformation*

$$(2) \qquad y = \rho(Y, x), \qquad X = \varphi(x)$$

la plus générale, ρ *étant rationnel en* Y *et analytique (ainsi que* φ*) en* x; *soit en effectuant sur les équations* (C) *la transformation*

$$(3) \qquad y = \rho(Y, x)\sqrt{P} + \sigma(Y, x), \qquad X = \varphi(x)$$

la plus générale, ρ *et* σ *étant rationnels en* Y, *et analytiques (ainsi que* φ*) en* x. Les équations (A), (B), (C), et l'expression P, sont données par les Tableaux suivants :

(A)

(I) $Y''_{X^2} = -3YY'_X + M(X)Y'_X + N(X)$,
(II) $Y''_{X^2} = -2YY'_X + N(X)$, — M, N fonctions arbitraires de X,
(III) $Y''_{X^2} = \alpha Y^3 + \beta Y^2 + \gamma Y + \delta$, — $\alpha, \ldots, \delta$, constantes numériques,
(IV) $Y''_{X^2} = \alpha Y^3 + Y^2 + 3\alpha XY + X$, — α constante numérique,
(V) $Y''_{X^2} = -YY'_X + Y^3 + 2M(X)Y - 2M'(X)$, avec $M'' + \dfrac{M^2}{2} + \alpha X + \beta = 0$.

$$(B)\begin{cases}(\mathrm{I}) & YY''_{X^2}=(Y'_X)^2+\alpha Y^4+\beta Y^3+\gamma Y+\delta,\\ (\mathrm{II}) & YY''_{X^2}=(Y'_X)^2+M'(X)Y'_X+Y^4+M(X)Y^3-M''(X)Y,\\ (\mathrm{III}) & YY''_{X^2}=(Y'_X)^2+[M(X)Y^2+N(X)]Y'_X+M'(X)Y^3+L(X)Y^2-N'(X)Y,\\ (\mathrm{IV}) & YY''_{X^2}=(Y'_X)^2+M(X)Y^2Y'_X+1+M'(X)Y^2,\\ (\mathrm{V}) & YY''_{X^2}=(Y'_X)^2+e^XY^3,\\ (\mathrm{VI}) & YY''_{X^2}=Y'^2_X-\frac{YY'_X}{X}+\alpha\frac{Y^4}{X^2}+\beta\frac{Y^3}{X^2}+\gamma\frac{Y}{X}+\delta \qquad (\gamma \text{ ou } \delta\neq 0)\end{cases}$$

(L, M, N fonctions arbitraires de X; α, β, γ, δ constantes numériques).

(C)

(I) $$Y''_{X^2}=(Y'_X)^2\left(\frac{\frac{\partial P}{\partial Y}}{2P}+\frac{\lambda}{\sqrt{P}}\right)+M(X)\frac{dY}{dX}+N(X)\sqrt{P},$$
avec $P\equiv 4Y^3-g_2Y-g_3$

[g_2, g_3 constantes numériques; $\lambda=0$ ou $\frac{i\pi}{\omega}$, 2ω désignant une période quelconque $(2m_1\omega_1+2m_2\omega_2)$ de la fonction $\wp(u, g_2, g_3)$].

(II) $$Y''_{X^2}=(Y'_X)^2\frac{\frac{\partial P}{\partial Y}}{2P}+Y'_X\left(\frac{1}{X-Y}+\frac{1}{1-X}-\frac{1}{X}\right)+\frac{Y(Y-1)}{2X(X-1)(Y-X)}+M(X)\sqrt{P},$$
avec $P\equiv Y(Y-1)(Y-X)$.

» L'équation (I) de (A) se ramène à une équation linéaire du troisième ordre; les équations (II), (III) de (A); (I), ..., (V) de (B); (I) de (C) se ramènent au premier ordre algébriquement ou par une quadrature. *Les seules équations dont l'intégrale renferme les deux constantes d'une façon transcendante (de quelque façon qu'on les choisisse)* et qui, par suite, puissent conduire à des transcendantes vraiment nouvelles, *sont les équations* (IV), (V) *de* (A), (VI) *de* (B), (II) *de* (C). L'équation (V) de (A) se ramène à une équation (IV), à savoir l'équation

$$z''_{X^2}=z^2+\alpha x+\beta,$$

si l'on pose : $z=Y'_X+Y^3-\frac{N}{2}$, $Y=\frac{z'_X+M'_X}{z+M}$. Il suffit donc de considérer *les trois types* (IV) *de* (A), (VI) *de* (B), (II) *de* (C).

» Étudions chacun de ces trois types. *Le type* (IV) *de* (A) a son intégrale *méromorphe* dans tout le plan. Ce type peut se ramener à un des deux types plus simples

(E$_1$) $$y''=6y^2+x,$$

(E$_2$) $$y''=2y^3+xy+\alpha \qquad (\alpha \text{ constante numérique}).$$

Si l'on pose, pour (E_1),

$$z = \frac{y'^2}{2} - 2y^3 - xy = \frac{u'}{u},$$

et pour (E_2)

$$z = y'^2 - y^4 - xy^2 + 2\alpha y = \frac{u'}{u},$$

la fonction $u(x)$ *est une fonction* ENTIÈRE *qui vérifie une équation très simple du troisième ordre, et* y *s'exprime algébriquement en fonction de* $\frac{uu'' - u'^2}{u^2}$.

» *Quant au type* (VI) *de* (B), son intégrale n'est pas méromorphe, car $X = 0$ et $X = \infty$ sont des points critiques transcendants de $Y(X)$. Mais si l'on pose $X = e^x$, $Y(x)$ est *méromorphe*. Le type unique ainsi obtenu se laisse ramener à un des trois types plus simples :

$$(E_3) \qquad yy'' = y'^2 + (y^4 - 1)e^{2x} + (\alpha y^3 + \beta y)e^x,$$

$$(E_4) \qquad yy'' = y'^2 + y^4 + \alpha y^3 + ye^x,$$

$$(E_5) \qquad yy'' = y'^2 + y^3 + e^x y.$$

» Si l'on pose

pour (E_3) $\quad z = \frac{y'^2}{y} - e^{2x}\left(y^2 + \frac{1}{y^2}\right) + 2e^x\left(-\alpha y + \frac{\beta}{y}\right) = \frac{u'}{u},$

pour (E_4) $\quad z = \frac{1}{4}\left(\frac{y'^2}{y^2} - y^2 - 2\alpha y + \frac{2e^x}{y}\right) = \frac{u'}{u},$

pour (E_5) $\quad z = \frac{1}{4}\left(\frac{y'^2}{y^2} - 2y + \frac{2e^x}{y}\right) = \frac{u'}{u},$

la fonction $u(x)$ *est une fonction entière qui vérifie une équation très simple du troisième ordre, et* $y(x)$ *s'exprime algébriquement en fonction de* $\left(\frac{uu'' - u'^2}{u^2}\right)$.

» Passons *au type* (II) *de* (C). Soit $y = \varpi_x(u)$ la fonction elliptique de u définie par l'égalité

$$\int_0^y \frac{dy}{\sqrt{y(y-1)(y-x)}} = u;$$

l'intégrale de (E_6) peut s'écrire $y = \varpi(u, x)$, u représentant l'intégrale de l'équation

$$u'' + \frac{u'(2x-1)}{x(x-1)} + \frac{n}{4x(x-1)} = M(x);$$

si $2\omega_1$, $2\omega_2$ sont les périodes de $\varpi_x(u)$, $u(x)$ est de la forme

$$u_1(x) + C_1\omega_1(x) + C_2\omega_2(x),$$

où C_1 et C_2 sont deux constantes arbitraires.

» *Toute équation* (1) *à points critiques fixes, dont l'intégrale est une fonction transcendante des deux constantes* (*de quelque façon qu'on les choisisse*), *se ramène* ALGÉBRIQUEMENT *à un des cinq types* (E) *ou au type* II *de* (C). Ces types *épuisent* toutes les transcendantes *irréductibles* engendrées par les équations (1) à intégrale uniforme. Les types $E_1, \ldots, E_5$ sont les premiers exemples connus d'équations différentielles dont on sache que l'intégrale est uniforme sans savoir les intégrer ni les ramener à des combinaisons de quadratures et d'équations différentielles linéaires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points singuliers d'une fonction définie par un développement de Taylor.* Note de M. **Le Roy**, présentée par M. Appell.

« La méthode des représentations conformes, utilisée par M. Lindelöf dans la théorie du prolongement analytique (*Comptes rendus*, 28 février 1898) pour transformer une série de Taylor en d'autres séries analogues ayant des régions de convergence variées, peut encore servir à mettre une fonction sous forme d'intégrale définie suivant les procédés que j'ai indiqués dans une Note récente (*Comptes rendus*, 31 octobre 1898).

» Considérons une série entière $f(z) = \sum_0^\infty \alpha_n z^n$ dont nous supposerons le rayon de convergence égal à l'unité. Supposons que le coefficient α_n soit une fonction analytique de n holomorphe pour toutes les valeurs de n dont la partie réelle est supérieure à $-\frac{1}{2}$. Faisons la transformation d'Euler :

$$\frac{n}{n+1} = t, \qquad n = \frac{t}{1-t}.$$

» Il vient

$$\alpha_n = \sum_0^\infty \lambda_p t^p = \sum_0^\infty \lambda_p \left(\frac{n}{n+1}\right)^p.$$

» Supposons enfin la série des coefficients λ_p absolument convergente ou, tout au moins, absolument sommable au sens de M. Borel.

» On peut alors écrire

$$f(z) = \alpha_0 + \frac{\lambda_0 z}{1-z} + \int_0^\infty e^{-x} \sum_1^\infty e^{-\frac{x}{n}} z^n \sum_0^\infty \frac{\lambda_{p+1} x^p}{p!} dx.$$

» Mais on a

$$\sum_1^\infty e^{-\frac{x}{n}} z^n = z \int_0^1 J_0\left(2\sqrt{x \mathrm{L}\frac{1}{y}}\right) \frac{dy}{(1-zy)^2},$$

J_0 désignant la fonction de Bessel. D'où

$$f(z) = \alpha_0 + \frac{\lambda_0 z}{1-z} + z \int_0^1 \varphi(y) \frac{dy}{(1-zy)^2},$$

avec

$$\varphi(y) = \int_0^\infty e^{-x} J_0\left(2\sqrt{x \mathrm{L}\frac{1}{y}}\right) \sum_0^\infty \frac{\lambda_{p+1} x^p}{p!} dx.$$

On voit ainsi que $f(z)$ est holomorphe en tout point du plan, sauf pour les valeurs réelles de z supérieures à 1. La droite $(+1, +\infty)$ est une coupure qui peut être effective.

» On obtient des résultats analogues en faisant certaines transformations autres que la transformation d'Euler : seulement la région où α_n doit être holomorphe est alors modifiée.

» En suivant cette voie, j'arrive, après quelques discussions fort simples, au théorème suivant : *Si α_n est holomorphe dans un angle (si petit qu'il soit) contenant à son intérieur la partie positive de l'axe* OX *et si la série* $\sum_0^\infty \alpha_n z^n$ *conserve le même cercle de convergence (de rayon 1) quand on remplace n par l'affixe d'un point situé dans l'angle précédent, la série en question ne peut avoir de points singuliers que sur la partie $(+1, +\infty)$ de* OX. Il est, en général, aisé de reconnaître si la coupure est essentielle ; dans le cas où elle ne l'est pas, on peut trouver les points singuliers qu'elle renferme et définir l'allure de la fonction en ces points.

» M. Fabry (*Journal de Mathématiques*, 1898) avait déjà établi une partie de ces résultats, mais par d'autres voies beaucoup plus compliquées. En outre, sa méthode ne donnait que les points singuliers de la fonction situés *sur le cercle de convergence*, au lieu que la méthode précédente permet d'étudier la même fonction *dans tout le plan*.

» Des procédés semblables conduisent à l'étude de certaines fonctions pour lesquelles la coupure affecte une forme quelconque : c'est un point sur lequel je reviendrai prochainement.

» Je termine en signalant le théorème suivant, très facile à démontrer : *Si α_n est une fonction périodique de n développable en série trigonométrique*

absolument convergente (par exemple : $\alpha_n = e^{\cos n}$*), la série* $\sum_0^\infty \alpha_n z^n$ *admet effectivement son cercle de convergence comme coupure.*

» Il y a deux cas d'exception. Si α_n s'exprime par une suite de Fourier limitée, la série n'a qu'un nombre fini de pôles simples, tous situés sur le cercle de convergence. Si α_n est une fonction de n possédant une période commensurable, la série n'a encore qu'un nombre fini de pôles simples distribués sur le cercle de convergence aux sommets d'un polygone régulier inscrit. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales multiples*. Note de M. **Ch.-J. de la Vallée Poussin**, présentée par M. Jordan.

« Le problème de la réduction des intégrales généralisées multiples peut être résolu de la manière suivante :

» Considérons d'abord le cas d'une intégrale double

$$(1) \qquad S_T f(x, y)\, dT.$$

étendue à une aire T, limitée par les valeurs a et b de x, c et d de y et supposons que la fonction $f(x, y)$ ne soit jamais négative dans cette aire, mais puisse croître indéfiniment d'une manière quelconque en certains points formant un ensemble discret.

» Soit ensuite $mf(x, y)$ la limite inférieure de la fonction f dans une aire infiniment petite autour du point (x, y); je dis que l'expression

$$(2) \qquad \int_c^d dy \int_a^b mf(x, y)\, dx,$$

dans laquelle chaque intégrale est calculée par défaut (c'est-à-dire en lui attribuant sa limite inférieure d'indétermination), est comprise entre les limites d'indétermination de l'expression (1).

» En particulier, si l'expression (1) est déterminée, l'expression (2) lui sera égale.

» Ce théorème donne la solution générale du problème de la réduction des intégrales doubles dans une aire limitée T. En effet, une fonction quelconque peut être considérée comme la différence de deux fonctions positives; d'autre part, si T n'est pas rectangulaire, T est intérieure à un rec-

tangle T′ qu'on peut prendre comme domaine d'intégration, à condition de poser $f = 0$ en dehors de T.

» Si nous passons à une intégrale multiple de l'ordre n on voit immédiatement quelle est la généralisation du théorème précédent, et cette généralisation est légitime. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle action subie par la lumière traversant certaines vapeurs métalliques dans un champ magnétique*. Note de MM. **D. Macaluso** et **M.-O. Corbino**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Communication présentée à l'Académie dans la séance du 17 octobre, nous disions en terminant :

» Nous nous réservons de continuer ces expériences pour en étudier les particularités et pour étendre ces résultats à d'autres corps et dans des conditions variées. Dans une publication très prochaine nous donnerons avec plus d'extension les détails des expériences exécutées jusqu'ici.

» Et de fait nous avons déjà depuis plusieurs jours communiqué les détails de ces expériences et les résultats obtenus jusqu'ici à l'Académie des *Lincei*. M. Becquerel, dans une Communication faite à l'Académie le 31 octobre, signale à nos observations certains détails du phénomène, détails qu'au contraire nous avions communiqués à la Société de Physique de Turin dans sa séance du 22 septembre et desquels nous nous occupions dans la Communication faite aux *Lincei*. Nous devons relever en outre quelques observations, contenues dans notre Communication, qui ont échappé à l'illustre physicien. A la page 649 il dit :

» Un fait important, qui ne me paraît pas avoir été signalé, est que l'écartement des bandes autour de D_1 et D_2 est notablement différent. Je cite à titre d'exemple, etc.

» Et ensuite il donne quelques mesures desquelles il résulte « qu'autour » de D_1 l'écartement des bandes est environ les trois quarts de ce qu'il est » autour de D_2 ». Eh bien, dans notre Note nous disions :

» Pour les deux D le rapport des distances auxquelles se produisent d'égales rotations est à peu près égal au rapport des largeurs des raies primitives.

» Comme on le sait, et comme il résulte des mesures mêmes de M. Becquerel et des nôtres, le rapport de D_1 à D_2 est égal à trois quarts.

» De même M. Becquerel pense qu'il nous a échappé qu'avec les nicols parallèles ou croisés la position des bandes ne change pas avec l'inversion du champ, tandis qu'elle change notablement quand les nicols sont à 45°.

» Or, ces faits furent observés par nous dès le commencement de notre travail et nous en avons implicitement fait mention dans notre BRÈVE Note, disant « que la rotation des plans de polarisation se produit dans le sens » du courant magnétisant et, par conséquent, se renverse avec l'inversion » des champs ». Plus loin, dans sa Communication, M. Becquerel affirme que les phénomènes étudiés par nous sont la conséquence de certaines idées théoriques précédemment développées par lui et conformes aux résultats des expériences de M. Cotton sur la polarisation rotatoire magnétique de certains liquides.

» Il nous semble cependant qu'on veut opérer un rapprochement trop intime entre des expériences qui peuvent bien présenter quelques analogies, mais qui offrent aussi des différences très tranchées. De plus, dans le cas du phénomène observé par nous, suivant les hypothèses de M. Becquerel, très ingénieuses, il est vrai, mais pas toujours confirmées par l'expérience, près du bord d'une raie d'absorption d'une vapeur incandescente, comme dit l'auteur, la même expression $\lambda \frac{dn}{d\lambda}$ « doit être considé» rée comme devenant infiniment grande ». Cela correspondrait à une très grande variation de l'indice dans le voisinage de la bande. Cela ne peut se produire que de deux façons : ou la courbe qui donne les n en fonction de λ a, dans la région correspondant à la raie, un point d'inflexion, ou elle a un maximum. La première hypothèse impliquerait une diminution très rapide de n d'un côté de la raie et une augmentation très rapide aussi de l'autre côté. Cependant une diminution très grande de l'indice n dans une région quelconque est inadmissible, car cet indice, dans tout le spectre près des bandes d'absorption, est peu supérieur à l'unité, et il ne peut jamais avoir une valeur inférieure à l'unité.

» Suivant l'autre hypothèse, l'expression $\lambda \frac{dn}{d\lambda}$, même très grande, aurait des signes opposés des deux côtés de la bande d'absorption et très près des bords; par conséquent, suivant la théorie en question, on devrait observer une rotation magnétique des plans, inverse des deux côtés, ce qui est contredit par les résultats de nos expériences, confirmées par M. Becquerel lui-même, suivant lesquelles la rotation des deux côtés d'une raie marche dans le sens du courant magnétisant.

» Les expériences en question sont, par conséquent, bien loin de rentrer dans le champ des phénomènes à prévoir en s'appuyant sur les considérations théoriques susdites et elles ne présentent pas toutes les analogies que croit l'illustre physicien avec celles de M. Cotton. »

M. **Henri Becquerel**, à la suite de cette Communication, fait observer qu'il a été un des premiers à rendre hommage à la belle expérience de MM. Macaluso et Corbino; qu'il avait interprété la phrase des auteurs italiens, relative aux raies D_1 et D_2, comme exprimant ce fait que la rotation magnétique est d'autant plus grande que les raies sont plus larges, c'est-à-dire que la matière absorbante est plus abondante dans la flamme : cette phrase, en effet, ne mentionne pas expressément la différence entre les raies D_1 et D_2; enfin, il maintient l'explication qu'il a donnée pour le phénomène et renvoie au travail qu'il publie aujourd'hui même les auteurs italiens qui, d'après leur réclamation, ne paraissent pas avoir une idée exacte du phénomène de la dispersion anomale.

PHYSIQUE. — *Absorption dans un champ magnétique.* Note de M. A. **Cotton** [1], présentée par M. J. Violle.

« I. Un faisceau intense de lumière blanche, provenant par exemple d'une lampe à arc, traverse les appareils suivants : 1° un nicol dont la section principale est à 45° de l'horizontale; 2° un électro-aimant donnant un champ de quelques milliers d'unités, dont les lignes de force sont horizontales et exactement *perpendiculaires* au faisceau; 3° un second nicol mis à peu près à l'extinction avec le premier. On regarde la source au travers de ce nicol, soit directement, soit de préférence à l'aide d'un second nicol, et l'on rend l'extinction complète.

» Si l'on place alors entre les pièces polaires une flamme jaune, colorée par un sel de sodium, d'un éclat modéré, et si on lance le courant, l'extinction est détruite et une partie du faisceau primitif traverse maintenant le second nicol : on voit en effet très nettement apparaître la source [2], qui paraît colorée en jaune. Si l'on tourne le premier nicol de 45°, de façon à rendre sa section principale verticale ou horizontale, on n'observe plus le même phénomène : l'extinction une fois établie persiste lorsqu'on fait agir le champ.

» II. Cette expérience est, comme on voit, une modification de celle

---

(1) Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

(2) Plus particulièrement, la partie *gazeuse* de l'arc, qui, observée avec un spectroscope très dispersif, donne les raies D très brillantes et assez larges.

qu'a décrite M. Righi dans les *Comptes rendus* du 25 juillet ([1]). Mais M. Righi faisait son expérience dans la direction même des lignes de force, les rayons traversant l'électro-aimant suivant son axe. Il prévoyait un résultat analogue dans le cas où le faisceau serait perpendiculaire aux lignes de force, mais il croyait nécessaire d'employer un polariseur et un analyseur *circulaires,* et avait alors rencontré la difficulté d'obtenir avec ces appareils et une lumière blanche intense, et une bonne extinction. Il ne pensait pas que l'expérience pût être faite avec de simples nicols et n'avait observé effectivement, dans ces conditions, que de faibles changements produits par le magnétisme, qu'il attribuait à un défaut de réglage.

» Cela tient sans doute à ce que M. Righi prenait tout naturellement, dans ses expériences, les orientations particulières du polariseur pour lesquelles sa section principale est parallèle ou perpendiculaire aux lignes de force. Pour ces orientations on ne doit observer, et l'on n'observe en effet aucun changement notable produit par le magnétisme. Il n'en est plus de même lorsqu'on en choisit d'autres; surtout lorsque l'on incline la section principale à 45° sur la direction du champ.

» Les vibrations du faisceau de lumière blanche sont alors inclinées à 45° sur les lignes de force. Or, toutes les observations du phénomène de Zeeman montrent que la flamme émet, dans ces conditions, des raies complètement polarisées, formées par des vibrations, soit parallèles, soit perpendiculaires à ces lignes. Considérons, pour fixer les idées, une raie formée par des vibrations verticales. Pour cette raie, la flamme absorbe la composante d'une vibration incidente identique à ses vibrations propres, c'est-à-dire la composante verticale; elle laisse passer, au contraire, la composante horizontale, qui n'est plus arrêtée complètement par l'analyseur. On voit encore là une application de la règle reliant l'émission et l'absorption pour un même corps, qui rattache en réalité la nature des *vibrations* absorbées à la nature des radiations émises ([2]).

» III. Voici quel intérêt particulier présentent les observations faites perpendiculairement aux lignes de force. Lorsque le faisceau est parallèle à ces lignes : au phénomène de Zeeman, qui est une modification des raies proprement dites, s'ajoute le phénomène de Faraday, c'est-à-dire la *pola-*

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 216. *Atti della Accademia dei Lincei,* t. VII, fasc. 2; 1898.

([2]) Je renverrai, au sujet de cette relation, à un article *Sur l'aspect actuel de la loi de Kirchhoff,* qui paraîtra bientôt dans la *Revue générale des Sciences.*

risation rotatoire magnétique. Cette polarisation rotatoire est particulièrement intense *au voisinage* des raies, comme le montrent les expériences de MM. Macaluso et Corbino ([1]). Elle intervient, elle aussi, pour détruire l'extinction primitive. En faisant l'expérience, comme il a été dit, perpendiculairement au champ, on écarte ses effets et l'on observe seulement ce qui est dû à l'effet Zeeman proprement dit.

» IV. Le procédé de M. Righi lui a permis de découvrir que les raies d'absorption de l'*hypoazotide* (peroxyde d'azote) donnent lieu au phénomène de Zeeman. On pouvait se demander si le pouvoir rotatoire magnétique de cette vapeur absorbante ne suffit pas à expliquer le résultat observé. Mais j'ai refait l'expérience indiquée plus haut en remplaçant la flamme par une petite cuve remplie d'hypoazotide. Le résultat est le même, avec cette seule différence que l'on voit alors apparaître, par l'action du champ, les charbons incandescents avec la couleur verdâtre complémentaire de la couleur rutilante de l'hypoazotide. On voit donc bien que l'hypoazotide présente l'effet Zeeman, ou, d'une façon plus précise, que ses raies d'absorption, sous l'influence du magnétisme, présentent un caractère de polarisation particulier.

» Je n'ai pas observé le même phénomène avec une solution de *sulfate de didyme*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Étude comparative du champ hertzien dans l'air et dans l'eau*. Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart ([2]).

« Le dispositif qui nous a servi à faire l'étude comparative du champ hertzien dans l'air et dans l'huile ([3]) a été utilisé pour une étude analogue relative à l'eau. L'intérêt de cette étude réside dans le fait que l'eau possède un pouvoir inducteur spécifique considérable; par suite, les phénomènes observés avec l'huile devaient se trouver très exagérés dans le cas de l'eau.

» Aux quatre résonateurs α, β, γ, δ, employés précédemment, nous avons joint quatre nouveaux résonateurs a et b, A et B, avec lesquels nous avons effectué deux nouvelles séries de mesures.

([1]) Macaluso et Corbino, *Comptes rendus* du 17 octobre. — H. Becquerel, *Comptes rendus* du 31 octobre.

([2]) Ces expériences ont été faites à la Station centrale d'électricité de Bordeaux-les-Chartrons, au mois de juin 1898.

([3]) *Comptes rendus*, 6 juin 1898.

» Le Tableau suivant résume les mesures :

Première série.

Résonateurs.	L.	$\frac{\lambda}{2}$ (air).	$\frac{\lambda}{2}$ (eau).
	m	m	m
α....	0,46	I. 0,74	0,10
		II. 0,74	0,74
β....	0,56	I. 0,85	0,12
		II. 0,85	0,86
γ....	0,90	I. 1,43	0,17
		II. 1,43	1,42
δ....	1,20	I. 1,89	0,27
		II. 1,89	1,90

Deuxième série.

Résonateurs.	L.	$\frac{\lambda}{2}$ (air).	$\frac{\lambda}{2}$ (eau).
	m	m	m
a....	0,45	I. 0,94	0,11
		II. 0,94	0,93
b....	0,85	I. 1,30	0,16
		II. 1,30	1,30

Troisième série.

Résonateurs.	L.	$\frac{\lambda}{2}$ (air).	$\frac{\lambda}{2}$ (eau).
	m	m	m
A...	0,51	I. 0,85	0,10
		II. 0,85	0,84
B...	0,80	I. 1,15	0,14
		II. 1,15	1,16

» Les seuls résonateurs γ et δ ne suivent pas la loi (¹) de l'égalité entre les différences des longueurs et les différences des demi-longueurs d'onde.

» Pour la position II, un même résonateur est excité dans l'air et dans l'eau par un égal déplacement du pont. Au contraire, pour la position I, le même déplacement qui, *dans le cas de l'air,* fait apparaître *une seule étincelle*, produit, *dans le cas de l'eau, sept ou huit étincelles* au résonateur.

» On trouve pour les rapports les valeurs suivantes :

	α.	β.	γ.	δ.	*a*.	*b*.	A.	B.
$\frac{\lambda_{II\,(air)}}{\lambda_{II\,(eau)}}$	7,4	7,1	8,3	7,0	8,4	8,1	8,5	8,2
$\frac{\lambda_{II\,(air)}}{\lambda_{II\,(eau)}}$	1	1	1	1	1	1	1	1

Les rapports.....................................	$\frac{L - L'}{\lambda_I - \lambda'_I}$,	$\frac{L - L'}{\lambda_{II} - \lambda'_{II}}$
donnent pour les résonateurs *a* et *b*	7,4	1
donnent pour les résonateurs A et B.....	7,5	1

rapports que n'affecte plus la perturbation due au micromètre.

» MM. Cohn et Zeeman (²) indiquent, comme rapport des longueurs d'onde décelées par leur résonateur, dans l'air et dans l'eau, le nombre 8,5, voisin de ceux que nous obtenons.

(¹) *Comptes rendus,* 31 janvier 1898.

(²) E. Cohn et P. Zeeman, *Observations sur la propagation des oscillations électriques dans l'eau.* Strasbourg. — Ibid., *Berliner Berichte,* 3 décembre 1891. — *Wied. Ann.,* t. XLV, p. 370; 1892.

» Les résultats de notre étude du champ hertzien dans l'air et dans les diélectriques huile et eau confirment ceux qui ont été trouvés par M. Blondlot, d'une part; par MM. Cohn et Zeeman, d'autre part, le résonateur de M. Blondlot fonctionnant comme un résonateur de Hertz dans la position II, et le résonateur de MM. Cohn et Zeeman comme un résonateur de Hertz dans la position I.

» Nous sommes conduits, de plus, à énoncer les lois expérimentales suivantes :

» 1° *Les longueurs d'onde des oscillations électriques qui excitent un résonateur donné,* PLACÉ DANS LA POSITION II, *sont les mêmes dans l'air et dans un diélectrique.*

» 2° *Pour les oscillations qui excitent le résonateur* DANS LA POSITION I, *le rapport de la longueur d'onde dans l'air à la longueur d'onde dans un diélectrique est égal à la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique du diélectrique.* »

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE — *L'hystérésimètre Blondel-Carpentier et son application à la mesure statique de l'hystérésis.* Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. A. Potier. (Extrait.)

» *But de l'appareil.* — On sait quel intérêt présente aujourd'hui pour l'industrie électrique la mesure de l'hystérésis; si l'on ne veut s'exposer à de graves mécomptes, toutes les tôles destinées à la construction des machines électriques doivent être préalablement vérifiées à ce point de vue.

» L'appareil que j'ai imaginé et dont la réalisation pratique a été faite par M. Carpentier, sous une forme extrêmement heureuse, a pour but de faciliter ces mesures industrielles de l'hystérésis, tout en évitant les inconvénients des appareils déjà proposés dans le même but par d'autres auteurs.

Principe et description. — Le principe de la méthode est le suivant : supposons qu'on fasse tourner un champ magnétique dans lequel est suspendu un anneau de tôles autour de l'axe de cet anneau. Soient C le moment du couple de rotation qu'exerce le champ sur l'anneau, W la perte par hystérésis, à la vitesse considérée ; n le nombre de cycles d'aimantation décrits par seconde. On a

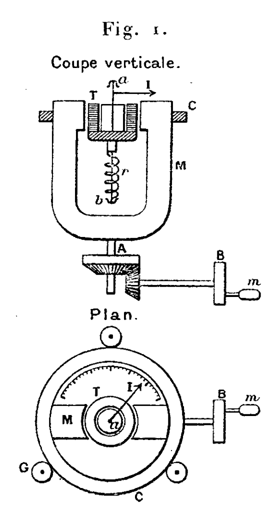
$$\frac{\mathfrak{T}}{2\pi n} = C = \frac{nW}{2\pi n} = \frac{W}{2\pi}.$$

» On sait que W ne varie pas avec le nombre de cycles n quand les courants de Foucault ne masquent pas le phénomène : C restant ainsi indépendant de la vitesse, il est

inutile de donner un mouvement de rotation continu au champ magnétique et il suffit, si l'on veut, de le faire tourner doucement à la main, jusqu'à ce que la torsion d'un ressort antagoniste appliqué à l'axe de rotation de l'anneau des tôles fasse équilibre au couple; l'angle de torsion mesure alors le couple. C'est ce qu'on peut appeler la mesure *statique* de l'hystérésis tournante.

» La *fig.* 1 représente schématiquement le mode d'emploi de cette méthode : l'anneau des tôles T est enfilé sur un croisillon porté par un arbre ab vertical, terminé par des pivots sans frottements sensibles [1], et fixé à un ressort hélicoïdal r. Cet arbre

Fig. 1.



porte un index horizontal I qui se déplace sur un large cadran gradué en degrés; un aimant M, ou un électro-aimant, maintenu à sa partie supérieure par un cercle Centre galets G et à sa partie inférieure par un bout d'arbre A commandé par une roue d'angle et un bouton mobile B à manette M. Celui-ci permet de déplacer l'aimant à volonté très doucement ou très vite suivant qu'on veut étudier la déviation maxima ou la moyenne pendant un tour.

» L'instrument n'a pas de zéro; on fait tourner l'aimant dans un sens puis dans l'autre, et c'est l'écart entre les deux positions θ et θ' de l'aiguille, mesuré en radians, qui indique l'hystérésis par la formule

$$W = 2\pi C = 2\pi\gamma(\theta - \theta'),$$

où γ est le coefficient de torsion du ressort (mesuré en ergs par radian).

» *Tarage et étalonnement.* — L'appareil permet non seulement des mesures relatives, mais des évaluations absolues de l'hystérésis, grâce au fait

(1) On s'en assure aisément en faisant osciller le système non amorti avec une masse en cuivre remplaçant les tôles. Le décrément des oscillations est négligeable. Le pivotage est nécessaire pour empêcher les tôles d'être attirées vers les pièces polaires.

qu'on peut déterminer directement la constante γ du ressort par la méthode ordinaire des oscillations.

» γ étant évalué en unités C.G.S. et θ en radians, W se trouve exprimé en ergs. On le divise par le volume des tôles en centimètres cubes pour avoir la perte par unité de volume. Enfin, si le poids des tôles P′ diffère un peu du poids normal P, on corrige le chiffre obtenu en le multipliant par $\frac{P}{P'}$.

» Pour faciliter la vérification de l'instrument, le constructeur y joint un échantillon de tôles, étudié préalablement, et qui peut servir d'étalon de comparaison; on a ainsi un moyen, dans le cas d'un appareil à aimant, d'éliminer toute influence ultérieure de la variation du champ.

» *Conditions d'évaluation de l'hystérésis.* — Le phénomène d'hystérésis étant extrêmement complexe dans ses manifestations et ses lois, le but qu'on doit se proposer le plus souvent est de la mesurer dans les conditions bien définies qui se rapprochent le plus possible des conditions de la pratique.

» 1° Généralement, l'appareil est utilisé pour l'étude d'échantillons de tôles mises sous la forme d'anneau et mesure l'espèce d'hystérésis dite *tournante;* il se prête donc tout spécialement à l'étude des tôles pour dynamos.

» L'échantillon normal est formé de rondelles découpées dans une feuille de tôle, avec un diamètre extérieur de 55^{mm} et un diamètre intérieur de 38^{mm}, et en nombre suffisant pour réaliser une hauteur totale de 4^{mm} (soit 8 tôles de $0^{mm},5$ par exemple, ou 10 de $0^{mm},4$). Il suffit donc d'un très petit poids de fer ($37^{gr},7$).

» 2° On peut également employer l'instrument pour la mesure de l'hystérésis *linéaire*, en remplaçant l'anneau par un paquet de petites tôles rectangulaires à petits côtés courbes tous décalés successivement d'une fraction de circonférence de façon à former un ensemble symétrique. Par exemple, on découpera huit bandes de tôles de $0^{mm},5$, dont le petit côté occupe un développement circonférentiel de $\left(\frac{\pi}{8}\right) \times 21^{mm},5$, et on les empilera en faisant successivement tourner de 45° les directions de leurs axes.

» 3° En ce qui concerne l'induction B à laquelle les tôles sont soumises, on peut la faire varier si l'on veut en employant pour produire le champ un électro-aimant; mais dans les limites pratiques d'utilisation des tôles on peut, sans erreur trop forte, accepter la loi de Steinmetz, $W = \eta V B^{1,6}$ (V étant le volume des tôles et η un coefficient), et se contenter par suite, pour simplifier l'emploi industriel, d'une seule mesure faite avec une induction moyenne, voisine de 10000 C.G.S. L'appareil à aimant permanent est établi dans ce but, et, comme la réluctance de la partie du circuit magnétique formée par les tôles est assez faible par rapport à celle de l'entrefer, les différences de perméabilité propres des divers échantillons ne modifient pas sensiblement B. Le Tableau I montre, par exemple, qu'avec trois tôles dont les perméabilités dans le champ varient de 1570 à 1970, B ne varie que de 9750 à 9650, différence négligeable à côté des autres causes d'erreurs des mesures d'hystérésis dont on va parler.

» Du chiffre lu, on peut donc, en supposant $B = 9700$, déduire le coefficient η de

Steinmetz; on peut l'obtenir aussi par simple comparaison de l'échantillon avec les tôles prises comme étalon et dont le η est indiqué par le constructeur.

» 4° Les études préalables de l'appareil ont mis en évidence l'existence d'un fait très important au point de vue de la construction des machines, à savoir des variations énormes de l'hystérésis dans une même tôle suivant l'orientation du champ par rapport à cette tôle, soit par suite de la structure dissymétrique donnée au métal par le laminage, soit par suite d'aimantation rémanente (cette variation n'atteint pas moins de 46 pour 100 par exemple dans les cas d'échantillon essayé).

» Lorsqu'on emploie la méthode *statique,* c'est-à-dire la déviation par déplacement lent de l'anneau, on doit donc avoir soin de mesurer les déviations obtenues en donnant à celui-ci des orientations successives divisant la circonférence en angles égaux et de prendre la moyenne; la moyenne s'obtient plus simplement par une mesure *dynamique,* c'est-à-dire en faisant tourner l'aimant assez vite pour que l'aiguille prenne une déviation permanente.

» 5° Enfin, il est capital de recuire les tôles découpées avant de les placer dans l'appareil, si l'on veut réduire leur hystérésis au minimum et éviter l'effet du travail qu'a subi le métal pendant la préparation. Le coefficient mesuré s'abaisse en général de plus de moitié par ce recuit; cela fait ressortir d'une manière saisissante l'utilité de cette opération avant la mise en place des tôles dans les dynamos.

» Les résultats d'expériences faites avec cet appareil montrent la parfaite comparabilité des chiffres obtenus avec ceux de la méthode balistique, et les différences ne dépassent pas l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience qu'on rencontre forcément dans ce genre de mesures. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le rendement de la transmission du son au moyen d'un fil conducteur de l'électricité.* Note de M. **Dussaud.**

« Je me suis proposé d'étudier les conditions du rendement maximum, dans le cas de la transmission du son par l'intermédiaire d'un fil conducteur de l'électricité. Dans ce but, je produisais un son invariable, au moyen d'un diapason actionné électriquement et vibrant devant un microphone spécial extrêmement sensible. Ce microphone transmettait le son, par l'intermédiaire d'un courant électrique, à un récepteur téléphonique de nouveau modèle, comprenant quatre pôles d'aimants actionnant chacun une membrane en fer. Des commutateurs permettaient de lancer tout le courant de la ligne de manière qu'il n'agisse que sur une seule membrane, ou de manière que son action se répartisse entre deux, trois ou quatre de ces dernières. Un système de conduits permettait de recueillir dans un petit résonateur, de la forme et de la grandeur d'une bouche humaine,

l'air ébranlé des deux côtés de chaque membrane ou d'un côté seulement. J'ai observé que le rendement est d'autant supérieur qu'on répartit davantage le courant de la ligne, et qu'il vaut mieux recueillir l'air ébranlé des deux côtés des membranes.

» En tenant compte de ces observations j'ai pu, le 16 novembre dernier, devant un certain nombre de professeurs et d'étudiants, faire entendre distinctement, dans toute la grande salle de l'Université de Genève, contenant plus d'un millier de sièges, des airs d'ocarinas joués et des paroles chantées dans le laboratoire de physique, situé à une certaine distance de cette salle.

» Une série d'expériences faites le 23 novembre dernier, en se servant du réseau téléphonique de l'État, ont permis d'obtenir entre deux abonnés, MM. C. et P. Ackermann, la même intensité; c'est-à-dire que la parole chantée était distinctement comprise dans les différentes pièces de l'appartement, même lorsque toutes les portes des pièces étaient fermées. La parole parlée s'entendait dans toute une pièce de grandeur moyenne. Dans ces expériences, comme dans celles qui avaient été faites à l'Université, je ne me servais que de deux éléments Leclanché, c'est-à-dire des courants ordinaires employés en téléphonie; un meilleur rendement dû à ce nouveau dispositif était la seule cause des résultats obtenus. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Déplacement des métaux par l'hydrogène.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. H. Moissan.

« Les résultats que j'ai fait connaître touchant l'action des bases ou des acides libres sur les sels secs s'appliquent aux déplacements réciproques des métaux [1]. Par exemple l'hydrogène, considéré comme un métal volatil, déplace l'argent et le cuivre de leurs composés secs. Cette réaction pourrait être réversible, puisque la substitution de ces métaux à l'hydrogène est endothermique; elle ne l'est pas, parce que l'absorption de l'hydrogène augmente avec la température. Voici les faits :

» *Déplacement à froid de l'argent.* — 4^{gr} de phosphate jaune tribasique d'argent PO^4Ag^3 sec ont été enfermés avec de l'hydrogène sec dans une ampoule de 150^{cc} fermée à la lampe. Après un séjour d'uue semaine dans une cave obscure, à une température moyenne de 12°, le phosphate avait pris une teinte foncée, manifestement brune au bout de trois semaines. L'ampoule, ouverte dans une éprouvette remplie d'hydrogène, absorbe alors 17^{cc} d'hydrogène. Abandonné de nouveau dans l'obscurité pendant deux mois (10 novembre au 10 janvier), le phosphate d'argent absorbe encore 12^{cc} d'hydrogène.

---

[1] *Comptes rendus*, 1896 : t. CXXIII; p. 1285; t. CXXIV, p. 81; décembre 1897, mars et mai 1898.

» Au contact de l'eau, ce sel est fortement acide; traité par l'acide azotique très étendu, il laisse un résidu noir contenant un poids d'argent libre, $0^{gr},273$, en rapport atomique avec le volume d'hydrogène absorbé.

» 2° Plaçons le même sel dans la branche courbée d'un tube manométrique plein d'hydrogène sec. On constate que le mercure s'élève dans le tube manométrique d'une façon régulière et de 10^{mm} environ par journée, pendant les cinq premiers jours.

» *Influence de la température.* — La même expérience, faite à la température de 85°, marche vingt-cinq fois plus vite : le mercure s'élève de 55^{mm} en quatre heures dans la branche manométrique, l'hydrogène étant initialement à la pression atmosphérique.

» A 100°, dans les mêmes conditions, le mercure s'élève de 320^{mm} dans la branche manométrique.

» Dans ces derniers cas, l'argent déplacé est blanc.

» De même, si l'on opère sous une pression de 3 atmosphères, à la température d'ébullition de l'alcool méthylique, la masse noircit d'abord, puis blanchit tout à coup ou, du moins, rapidement. La vitesse de cette réaction sous pression est à peu près la même qu'à 85° sous la pression atmosphérique; donc *la pression accélère ces réactions.*

» *Pyrophosphate d'argent* $P^2O^7Ag^4$. — Le pyrophosphate d'argent séché à 150° n'agit pas sensiblement sur l'hydrogène pur à la température ordinaire, même au bout d'un mois. Mais, à 100°, l'absorption de l'hydrogène est nette : la matière brunit, puis noircit; en neuf jours la pression du gaz descend de 763^{mm} à 371^{mm}. L'acidité du produit correspond à $0^{gr},750$ d'argent mis en liberté; le dosage direct, après lavage à l'acide azotique à 2 pour 100, donne $0^{gr},771$ d'argent libre.

» *Sulfate d'argent.* — $8^{gr},8$ de sulfate d'argent précipité et séché ont été mis en contact avec de l'hydrogène pur du 2 août au 12 septembre 1897, à la température ambiante. Pendant ce laps de temps, la pression de l'hydrogène n'a pas varié : il n'y a donc pas eu de réaction.

» A 100°, au bout de 7 heures, il n'y a pas d'absorption sensible;
» A 125°, » de 1 heure, l'absorption est de 3^{mm} à 4^{mm};
» A 140°, » de 1 heure, » de 27^{mm};
» A 170°, » de 1 minute, » de 20^{mm}.

» Chacune de ces diminutions de pression : 3^{mm}, 27^{mm}, 20^{mm} est une moyenne correspondant à une pression initiale voisine de 760^{mm}; car, après chaque essai, on rétablissait la pression de l'hydrogène en introduisant dans le tube manométrique une nouvelle quantité de ce gaz.

» *Oxyde d'argent* AgOH. — De l'oxyde d'argent séché dans le vide est placé dans la branche courbée d'un tube manométrique, au sein d'une atmosphère d'hydrogène. Après vingt-quatre heures de contact, à la température du laboratoire, on constate une absorption manifeste de l'hydrogène : la raréfaction de ce gaz s'accentue de jour en jour. On recharge de temps à autre l'appareil en y introduisant de l'hydrogène; et, au bout d'un mois, on recueille une quantité d'argent noir dont le poids correspond atomiquement à celui de l'hydrogène absorbé.

» *Action de la lumière.* — La lumière ne paraît pas activer beaucoup ces phénomènes. Son action n'est cependant pas nulle; car une expérience, abandonnée du

5 janvier au 1er octobre dans une partie sombre du laboratoire, laissait voir de l'argent miroitant sur la face du verre tournée vers la lumière, et de l'argent noir et terne sur l'autre face et au centre de la masse.

» *Sulfate de cuivre et d'hydrogène.* — L'hydrogène sec semble sans action sur le sulfate cuivrique anhydre SO^4Cu, à la température ordinaire; mais vers 250° la décomposition se manifeste par une diminution de la pression du gaz hydrogène.

» Il reste à voir si les propriétés de l'argent noir et du cuivre ainsi formés sont identiques aux propriétés des métaux usuels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison, recherche et dosage de l'acétone ordinaire avec le sulfate mercurique.* Note de M. G. **Denigès.**

« Dans un précédent Travail (¹), j'ai montré que les acétones de la série grasse forment, avec le sulfate mercurique *employé en très grand excès,* des combinaisons insolubles ou peu solubles.

» Ces combinaisons tendent vers la formule $(SO^4Hg)^2.3HgO.CO.R'^2$, lorsqu'elles ont été longtemps desséchées à 110°. J'ai, depuis, constaté qu'en ne dépassant pas 100°, ou en opérant la dessiccation dans le vide sec, la formule de ces composés, tels qu'ils existent lors de leur précipitation, avec leur aspect cristallin et lorsque, comme avec l'acétone ordinaire, ils ne sont pas accompagnés de réactions secondaires, répond rigoureusement à la formule $[(SO^4Hg)^2.3HgO]^3 4CO.R'^2$.

» La facilité de formation du composé obtenu avec l'acétone ordinaire, son rendement sensiblement théorique, enfin son poids moléculaire élevé, {3952 pour $[(SO^4Hg)^2.3HgO]^3 4CO.(CH^3)^2$}, environ dix-sept fois plus grand que l'acétone qui lui a donné naissance,

$$58 \times 4 = 232 \qquad \text{et} \qquad 3952 : 232 = 17,03,$$

m'ont permis de pratiquer la recherche de très faibles quantités de ce dernier corps, en opérant comme je vais l'indiquer, et aussi de le doser par la méthode pondérale ou volumétrique, et même, dans certains cas, par la méthode chronométrique dont j'ai développé une application à propos du thiophène (²).

» Recherche qualitative de l'acétone. — Trois principaux cas peuvent se présenter,

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 1868, année 1898.

(²) *Bulletin de la Soc. chim.,* 3e série, t. XIII, p. 543, année 1895.

selon que l'acétone est en solution dans l'eau, dans l'alcool méthylique ou dans l'alcool éthylique; j'étudierai ailleurs la recherche et le dosage de ce corps dans l'urine. Dans les trois cas, il faut tenir compte du fait, déjà signalé dans ma première Note, que le sulfate mercurique doit être en grand excès par rapport à l'acétone mise en œuvre; aussi, pour cet essai qualitatif, convient-il d'opérer sur des solutions aqueuses ne renfermant pas plus de 10^{gr} d'acétone par litre, ou des solutions méthyliques (¹) n'en contenant pas plus de 20^{gr}. Les solutions plus concentrées doivent donc, ou être ramenées par dilution à ces limites de concentration, ou employées, par rapport au même volume de réactif, en proportion moindre que dans le manuel opératoire suivant :

» *a. Solutions aqueuses.* — Mélanger dans un tube à essais 2^{cc} de solution d'acétone et 2^{cc} de réactif mercurique (²), plonger le tout dans l'eau, en pleine ébullition, d'un bain-marie fait avec un vase de Bohême conique. Si, au bout de dix minutes d'ébullition, il ne s'est pas produit de trouble ou de précipité, le liquide essayé ne renferme pas d'acétone.

» Au contraire, il en contient si, durant ce temps, il se forme un précipité ou un trouble, et la proportion de cette substance est d'autant plus grande que le dépôt est plus abondant et se forme plus rapidement.

» Quelle que soit la dose d'acétone, le précipité n'apparaît jamais avant quarante-cinq secondes; la dose optima pour arriver à cette limite de temps minimum est d'environ $0^{gr},01$ pour 2^{cc} de réactif.

» La réaction est comme explosive et le précipité apparaît brusquement; toutefois sa masse augmente ensuite en prolongeant l'ébullition.

» On peut ainsi déceler jusqu'à $0^{gr},02$ d'acétone dans 1^{lit} de solution aqueuse; à cette grande dilution, on n'a, il est vrai, qu'un louche mettant environ dix minutes avant de se produire.

» *b. Solutions méthyliques.* — On opère comme précédemment, mais en mettant dans le tube à essais 2^{cc} de l'alcool méthylique à analyser, 2^{cc} d'eau et 4^{cc} de réactif mercurique; l'alcool méthylique concentré précipitant à chaud le sulfate de mercure.

» *c. Solutions éthyliques.* — Il faut, dans le cas des solutions dans l'alcool éthylique, opérer à une dilution telle que le degré alcoolique du liquide qu'on soumettra à l'action du sulfate mercurique ne dépasse pas le chiffre 2, sinon il se précipite à chaud du sulfate mercureux formé par réduction.

» Dosage de l'acétone. — On met, dans un flacon (en verre assez fort) de 90^{cc} de capacité, 25^{cc} de réactif mercurique et 25^{cc} de solution d'acétone, en ayant soin d'observer : 1° que la dose d'acétone mise en œuvre ne dépasse pas 50^{mgr}; 2° que le degré alcoolique des solutions méthyliques soit ramené par dilution à 10 et celui des solutions éthyliques à 1. On bouche au liège, on ficelle fortement et l'on place le flacon dans un bain d'eau qu'on porte de la température ambiante à l'ébullition, laquelle est maintenue dix minutes. On retire le flacon du bain, on le fait refroidir, et l'on peut

(¹) Les solutions éthyliques devant toujours être fortement diluées, leur titre primitif est moins nécessaire à connaître pour cet essai.

(²) Ce réactif est préparé en dissolvant 5^{gr} d'oxyde mercurique dans un mélange, encore chaud, de 20^{cc} d'acide sulfurique et de 100^{cc} d'eau.

alors recueillir le précipité sur un filtre taré; laver à l'eau froide, dessécher, et multiplier le poids du précipité par le coefficient expérimental 0,06 (le coefficient théorique étant 0,0584) pour avoir le poids de l'acétone existant dans les 25^{cc} soumis à l'essai. On peut encore, plus rapidement, mettre dans un vase à saturation 20^{cc} du liquide obtenu en complétant à 100^{cc} la totalité du contenu du flacon et filtrant; ajouter 15^{cc} d'ammoniaque à $\frac{1}{5}$, 50^{cc} à 60^{cc} d'eau et 10^{cc} d'une solution de cyanure de potassium équivalente à une liqueur $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent, en milieu ammoniacal, en prenant IK comme indicateur. Verser ensuite quelques gouttes de solution d'iodure de potassium, puis $AzO^3Ag\frac{N}{10}$ jusqu'à trouble persistant. En désignant par n la dose de liqueur argentique ainsi employée et par x la quantité d'acétone contenue dans 1^{lit} du liquide dont on a pris 25^{cc} pour l'essai, on a

$$x = (n - 0,4) \times 0^{gr},3.$$

» Le trouble grisâtre, produit dans le cas des solutions alcooliques, lors de l'addition d'ammoniaque et dû à des traces de composés mercureux formés, ne gêne pas l'appréciation de la fin de la réaction. On pourrait d'ailleurs y remédier en traitant, au préalable, les 20^{cc} du liquide complété à 100^{cc} et filtré, par un peu d'eau bromée qu'on ferait disparaître par ébullition suffisante et, après refroidissement, on opérerait comme plus haut. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide cyanhydrique sur l'épichlorhydrine.* Note de M. R. Lespieau, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir l'acide prussique sur l'épichlorhydrine, Hörmann a obtenu un nitrile non distillable et qui, d'après des analyses non publiées, répond à la formule C^4H^6ClOAz. La saponification de ce nitrile a fourni un acide sirupeux mal défini (*D. ch. G.*, t. XII, p. 23).

» J'ai repris ces recherches de la façon suivante :

» 150^{gr} d'épichlorhydrine pure ont été chauffés à 60° en matras scellé avec 70^{gr} d'acide cyanhydrique pur. L'opération a duré soixante heures. Le contenu du matras est repris à l'éther, la portion qui se dissout est soumise à la distillation fractionnée sous pression très réduite (2^{mm} de mercure). La majeure partie est formée par un nitrile qui, dans une deuxième rectification, a passé à 110°-111° sous cette même pression. Le poids de cette portion a été de 110^{gr}.

» Le produit brut contenait d'ailleurs autre chose, car il reste dans l'appareil distillatoire un liquide noir et sirupeux au milieu duquel se trouvent 4^{gr} ou 5^{gr} d'une matière cristallisée dont je n'ai pas terminé l'étude; elle se purifie par essorage et cristallisation dans le benzène bouillant qui la dissout un peu.

» Le nitrile obtenu est légèrement jaune; il est soluble dans l'eau. On peut le distiller dans le vide de la trompe à eau ; il passe aux environs de 140° sous une pression

de 15mm à 20mm de mercure. Ses analyses ont fourni les résultats suivants : C, 39,82; H, 5,39; Cl, 30,15. Deux mesures cryoscopiques, faites dans l'acide acétique, ont indiqué comme poids moléculaires les nombres 124 et 125. Ces données correspondent bien à la formule C^4H^6ClOAz.

» La fonction nitrile de ce corps peut être mise en évidence par la formation d'un éther iminé, suivie de la production de l'éther-sel correspondant :

» On dissout le nitrile dans l'alcool absolu et l'on fait passer dans cette solution un courant d'acide chlorhydrique sec. Si l'on ajoute ensuite de l'eau et qu'on porte le tout à 80°, on voit apparaître un dépôt de chlorhydrate d'ammoniaque dont le poids est bien celui auquel on s'attendait. Le produit obtenu après évaporation de l'alcool est traité par l'eau et le carbonate de soude; il se dissout, mais on l'extrait à l'éther. On le sèche par de nombreuses distillations. La partie bouillant à 121°-122° sous la pression de 14mm de mercure a été analysée et cryoscopée. On a trouvé : C, 42,99; H, 6,67; Cl, 21,27; poids moléculaire, 172. On a donc bien affaire à l'éther

$$C^6H^{11}ClO^3.$$

» D'après la façon dont l'épichlorhydrine se comporte vis-à-vis des hydracides, il est probable que la formule du nitrile est

$$CH^2Cl.CHOH.CH^2.CAz.$$

Je poursuis mes recherches en vue de démontrer qu'il en est bien ainsi. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur le développement du muscle dilatateur de la pupille, chez le lapin* (1). Note de M. **Ed. Grynfeltt**, présentée par M. Ranvier.

« Dans un travail récent sur le muscle dilatateur de la pupille chez l'homme, M. Vialleton, s'appuyant sur les caractères particuliers de ce muscle, sur sa contiguïté avec l'épithélium et sur ses rapports avec le stroma, émit l'hypothèse que ce muscle pouvait bien être un muscle épithélial, engendré par la transformation des cellules de la vésicule optique secondaire. Des recherches entreprises à son instigation et sous sa direction m'ont prouvé le bien fondé de cette hypothèse, et l'on peut affirmer que, chez le lapin, le muscle dilatateur de la pupille provient de la transforma-

(1) Travail du laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine de Montpellier, dirigé par M. le professeur Vialleton.

tion des cellules épithéliales de la lame antérieure de la vésicule optique secondaire.

» Le muscle dilatateur de la pupille du lapin a une constitution identique au fond à celle qu'il présente chez l'homme, ainsi que je le montrerai dans une étude étendue qui paraîtra bientôt. Son développement, comme sa structure, du reste, a été étudié chez le lapin gris et chez l'albinos, sur des pièces fixées au liquide de Flemming et par divers autres réactifs.

» Le dilatateur n'apparaît chez le lapin qu'après la naissance. Chez le fœtus à terme, il manque tout à fait, et l'on trouve à la face postérieure de l'iris deux rangées de cellules épithéliales, dont l'antérieure est pigmentée chez le lapin ordinaire, comme on le sait depuis longtemps.

» Chez le lapin albinos âgé de quinze jours, on voit que l'épithélium postérieur de l'iris est aussi formé de deux couches de cellules : l'une postérieure, regardant le cristallin, est constituée par de grandes cellules claires, analogues à celles que l'on trouve au même endroit chez l'adulte; l'autre, antérieure, en contact avec le stroma de l'iris, est formée de cellules très régulièrement rangées les unes à côté des autres, mais qui présentent cette particularité intéressante, de se colorer tout autrement que les cellules postérieures, et de prendre des teintes qui se rapprochent de celles du dilatateur de l'adulte. Leurs noyaux ne sont pas centraux, mais plus rapprochés du bord postérieur. Ces deux couches forment un épithélium stratifié d'une grande régularité, limité en avant, du côté du stroma, par une membrane vitrée très nette. Cet épithélium se moule sur la surface postérieure de l'iris et présente sur les coupes transversales (perpendiculaires au rayon de l'iris) une disposition festonnée, les festons rentrants répondant aux sillons que l'on trouve sur la face postérieure de l'iris chez l'adulte.

» Chez le lapin ordinaire du même âge, la disposition fondamentale est la même, sauf que la couche antérieure de l'épithélium est fortement pigmentée; mais, après dépigmentation, les cellules de cette couche présentent les mêmes caractères que les cellules correspondantes chez l'albinos. Les cellules de la couche postérieure sont encore incolores et n'ont point de pigment.

» Dans l'iris d'un lapin albinos d'un mois environ, on voit que les cellules de la couche antérieure ont accentué leur ressemblance avec les éléments du muscle dilatateur. La ligne de contact entre elles et le stroma de l'iris, qui était jusqu'alors régulière, est devenue de plus en plus irrégulière et présente une série de petites dentelures analogues à celles que l'on trouve chez l'adulte. D'autre part, sur les coupes radiées, la fibrillation longitudinale des cellules de cette couche se voit très bien et les noyaux qui se sont allongés dans le sens de cette fibrillation ont pris de plus en plus les caractères de ceux que l'on trouve chez le dilatateur de l'adulte.

» Le lapin ordinaire du même âge présente exactement la même structure, et cela se voit d'autant mieux qu'à ce moment le pigment abandonne les cellules de la couche antérieure pour apparaître dans celles de la couche postérieure jusqu'alors incolores. Il disparaît d'abord dans la partie la plus antérieure des cellules dont la fibrillation et

la coloration par les réactifs deviennent ainsi très apparentes et se rapprochent tout à fait de celles que présente la couche de Henle (muscle dilatateur) de l'adulte.

» Le transformation de la lame antérieure de l'épithélium en muscle dilatateur ne s'effectue pas dans toute l'étendue de l'iris. Elle s'arrête, chez le lapin, au niveau de la partie moyenne du sphincter. En avant de ce point et jusqu'au bord de la pupille, les deux couches épithéliales existent pendant toute la vie et présentent toutes deux du pigment chez les animaux ordinaires. Chez le lapin albinos, les cellules de la lame antérieure, au point où elles cessent de former le muscle dilatateur, sont larges et aplaties, puis elles deviennent de plus en plus hautes, pour se continuer au niveau du bord pupillaire avec les cellules de la lame postérieure. Chez le lapin ordinaire, c'est absolument la même chose, mais comme ces cellules sont fortement pigmentées, il est souvent très difficile de les distinguer de celles de la lame postérieure auxquelles elles sont étroitement accolées. Toutefois, sur les coupes dépigmentées, ou même sur les coupes encore pourvues de pigment lorsque, à la suite de hasards heureux, les deux lames sont détachées l'une de l'autre, il est aisé de vérifier cette disposition.

» Cette particularité du développement du muscle dilatateur, c'est-à-dire son arrêt au niveau du sphincter, est probablement assez générale. Elle expliquerait la disposition que M. Vialleton a décrite chez l'homme, à savoir que le dilatateur s'arrête au niveau de la partie moyenne du sphincter, sans entremêler ses fibres avec celles de ce muscle.

» Il résulte de tout cela que l'épithélium postérieur de l'iris n'est pas formé par les deux couches de la vésicule optique, mais bien par une seule couche, répondant à la lame interne ou rétinienne de cette dernière, tandis que la lame externe a formé le muscle dilatateur. De plus amples détails et la discussion bibliographique seront donnés dans un Mémoire très prochain. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la digestion de l'amidon dans les plantes.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les résultats des recherches de Musculus relatives à l'action des diastases sur les matières amylacées sont devenues classiques; cet auteur ayant fait agir sur l'amidon de la diastase préalablement préparée a constaté que l'amidon était transformé en dextrine et puis en maltose, qui, comme l'on sait, est un saccharose dont le pouvoir réducteur est égal aux deux tiers de celui du glucose. Ce serait là le dernier terme de la transformation de l'amidon sous l'action de la diastase; la production de glucose serait très faible ou même nulle. J'ai étudié la digestion des matières amylacées dans les bulbes et les tubercules de certaines plantes en considérant l'action des diastases qui se trouvent dans les plantes mêmes, à côté de la

matière de réserve. Pour cela, j'ai suivi deux méthodes : 1° j'ai choisi un bulbe ou un tubercule renfermant surtout des matières amylacées et je l'ai analysé à différentes reprises pendant toute la période de digestion des réserves; j'ai pu ainsi constater la présence des produits provenant de la digestion des réserves; 2° afin de mettre mieux en évidence l'action des diastases, je prends un organe de réserve à une phase déterminée de la digestion et je l'écrase au contact de l'eau. L'action des diastases ainsi amenées au contact des réserves est alors accélérée et les produits de la digestion s'accumulent en quantité relativement considérable. Ces deux méthodes se contrôlent et se complètent l'une l'autre.

» J'ai ainsi constaté la transformation d'amidon en dextrine dans un certain nombre d'organes de réserve tels que les bulbes du Lis, de la Tulipe, de la Jacinthe, les tubercules de l'Arum, de la Ficaire, du Colchique. Puis, à mesure que la digestion de l'amidon est plus avancée, le sucre apparaît en quantité de plus en plus grande. Il est important de connaître quels sont les sucres qui se forment. L'étude du pouvoir réducteur par rapport à la liqueur de Fœhling peut renseigner à ce sujet. Je dose d'abord directement avec la liqueur de Fœhling le sucre extrait par l'alcool à 90°; puis j'intervertis par l'acide chlorhydrique de façon à transformer tous les sucres en glucose et je dose de nouveau. Le second dosage me donne la quantité totale de sucre; le premier me permet de calculer le pouvoir réducteur avant l'interversion, en admettant que le pouvoir réducteur du glucose est 100.

» En opérant ainsi, j'ai vu que le pouvoir réducteur de l'ensemble des sucres augmentait à mesure que la digestion était plus avancée. Au commencement, le pouvoir réducteur est faible; il est de 6 pour la Ficaire en août, de 13 pour la Tulipe en janvier, de 25 pour la Renoncule bulbeuse en août, de 28 pour le Lis en décembre. On voit que ce pouvoir réducteur est notablement inférieur à celui du maltose qui est de 66. On doit en conclure que, au moins dans les cas que j'ai étudiés, le premier sucre produit par l'action des diastases sur les matières amylacées est un saccharose moins réducteur que le maltose. Il est d'ailleurs probable que les propriétés de ce saccharose ne sont pas les mêmes dans toutes les plantes. Dans certains cas, tels que la Ficaire, le pouvoir réducteur est à peu près nul; on a alors sans doute affaire à du sucre de canne; dans d'autres plantes, le pouvoir réducteur se rapproche de celui du maltose.

» Lorsque la digestion est plus avancée, le pouvoir réducteur est plus grand. Ainsi, dans les vieux tubercules de Ficaire, au mois de février, le

pouvoir réducteur du sucre est dans certains cas de 90. Un pareil résultat ne peut s'expliquer que si l'on admet qu'une partie du saccharose a été transformé en glucose. Le rhizome de l'Arum est aussi un bon exemple pour montrer cette transformation. Le 27 avril, le pouvoir réducteur était de 30 dans la partie antérieure du rhizome, de 60 dans la partie moyenne et de 90 dans la partie postérieure où la digestion est la plus avancée. Dans les organes de réserve en voie de digestion il y a donc en général un mélange de glucose et de saccharose, et le glucose est d'autant plus abondant que la digestion est plus avancée.

» Dans les plantes telles que l'Oignon ou l'Asphodèle, où la réserve, tout en étant hydrocarbonée, ne renferme pas d'amidon, la transformat on du saccharose en glucose sous l'action des diastases est très facile à mettre en évidence. Ainsi, dans un bulbe d'Oignon en germination, j'ai trouvé 24 pour 100 de glucose et 6 pour 100 de saccharose; après avoir écrasé les écailles au contact de l'eau, j'ai vérifié que tout le saccharose avait disparu, tandis que le glucose avait augmenté d'une façon considérable. Au mois de mars, certains tubercules d'Asphodèle renfermaient 18 pour 100 de glucose et 12 pour 100 de saccharose; après les avoir écrasés au contact de l'eau, on y trouvait 28 pour 100 de glucose et 2 pour 100 seulement de saccharose.

» L'action digestive des diastases sur l'amidon ne s'arrête donc pas, dans les plantes vivantes, à la formation d'un saccharose, mais réduit la matière amylacée en glucose directement assimilable. La série des transformations qui s'opèrent dans les cellules aboutit donc au même résultat que l'action des acides bouillants que l'on emploie pour saccharifier l'amidon. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Absorption élective de quelques éléments minéraux par les plantes.* Note de M. E. **Demoussy**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie [1], j'ai montré que de jeunes plantes, prises en nombre égal, enracinées dans des solutions de nitrate de potasse, utile à leur développement, ou de chlorure de potassium, sans influence sur lui, s'emparent de l'azote nitrique et du chlore en quantités presque égales.

» J'ai constaté de même que, si l'on offre à diverses plantes, colza, sarrasin, seigle, ray-grass, des solutions ne renfermant à l'état de nitrate

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 771, 1898.

qu'un seul métal, potassium, sodium, calcium ou magnésium, on trouve encore que l'absorption se fait de la même façon. Cependant quelques métaux exerçant sur elles une action nocive, tels que le lithium, le strontium ou le baryum, ne pénètrent qu'en quantités insignifiantes bien qu'ils soient présentés sous forme de nitrates.

» Nous voyons donc déjà que les végétaux distinguent parmi les métaux, comme ils distinguaient parmi les corps non métalliques; nous avons reconnu en effet que, si les plantes peuvent indifféremment prendre du chlorure ou du bromure de potassium, elles manifestent une répugnance pour l'iodure.

» Cette facilité qu'ont les plantes d'absorber indifféremment des nitrates ou des chlorures de potassium, de sodium ou de calcium, est en désaccord avec ce que nous enseigne la composition des cendres, puisqu'on voit, par exemple, la potasse y dominer la chaux et surtout la soude qui ne se trouve qu'en faibles proportions dans les végétaux terrestres; ceux-ci sont également, la plupart du temps, beaucoup plus riches en azote nitrique qu'en chlore.

» Or, les végétaux qui se développent dans la terre y rencontrent de nombreuses matières minérales mélangées les unes aux autres; il était donc intéressant de faire vivre des plantes dans des solutions complexes, afin de savoir si, lorsque les sels sont offerts en mélange, ils sont absorbés de la même façon que quand ils sont présentés isolément. Pour que les conditions fussent aussi simples que possible, les solutions employées ne contenaient que deux sels ne pouvant pas réagir par double décomposition.

» *Azote nitrique et chlore.* — A une culture de jeunes sarrasins, on a fourni un mélange de nitrate et de chlorure de potassium; 100^{cc} de la solution renfermaient une molécule et demie, en milligrammes, de chaque sel, afin qu'il y eût égalité entre les poids de métal contenus dans chacun d'eux.

» Après cinq jours, l'analyse du liquide restant montra que les plantes avaient absorbé $6^{mg},5$ d'azote nitrique et seulement $2^{mg},7$ de chlore, quoique la plus grande teneur du liquide en chlore eût dû favoriser son absorption aux dépens de celle de l'azote.

» Il y a une préférence bien nette des plantes pour le nitrate.

» Si l'on tient compte des proportions d'azote nitrique et de chlore présentes au début dans le liquide, on trouve que 31 pour 100 de l'azote ont disparu, tandis que 5 pour 100 du chlore ont été prélevés. Le rapport de ces deux pourcentages représentera, s'il est permis de s'exprimer ainsi, le rapport des affinités de la plante pour l'azote nitrique et pour le chlore. Il est ici égal à 6,1. Comme c'est aussi le rapport entre les poids de potassium pris à l'état de nitrate et à l'état de chlorure, il signifie, en outre, que, pour 1 de métal absorbé sous forme de chlorure, 6 sont pris à l'état de nitrate.

» En présentant, dans les mêmes conditions, à des colzas, un mélange de nitrate et de chlorure de calcium, on arrive au même résultat. En huit jours, $10^{mg},9$ d'azote ont été absorbés, soit 52 pour 100 de la quantité en présence au début; en même temps, l'absorption de chlore n'a été que de $4^{mg},6$, c'est-à-dire seulement 8,7 pour 100 du chlore en solution.

» Une expérience portant sur des seigles conduisit à des résultats identiques.

» Il est ainsi établi que, lorsque des nitrates et des chlorures sont disponibles en même temps pour des plantes, c'est l'azote nitrique qui est pris de préférence au chlore; ainsi se trouve justifiée la prédominance des nitrates chez les végétaux terrestres.

» Pour étudier l'absorption simultanée de plusieurs métaux, j'ai employé des solutions de nitrates de deux métaux en quantités proportionnelles à leurs équivalents, afin que le même poids d'azote fût uni à chaque métal. Lorsque les plantes avaient végété dans un tel liquide pendant quelque temps, une analyse faisait connaître ce qui restait en solution et, par suite, ce qui avait été prélevé.

» *Potassium et calcium.* — Dans un liquide renfermant 84^{mg} de potassium et 42^{mg} de calcium une culture de blé a pris en quatre jours $57^{mg},4$ du premier métal et 13^{mg} du second; la différence est considérable. Comme on peut objecter qu'elle est due en partie à ce que la solution contenait deux fois autant de potassium que de calcium, nous calculerons la proportion de métal absorbée pour 100 introduits : 68,3 pour 100 du potassium ont disparu, et 30,7 pour 100 du calcium ont été pris. Le quotient de ces deux nombres est 2,3; c'est-à-dire que l'attraction des plantes pour le potassium a été deux fois et demie aussi forte que pour le calcium; nous pouvons dire encore que les plantes ont pris deux fois et demie autant d'azote uni au potassium que d'azote uni au calcium.

» Des cultures de seigle, de colzas, de pois, de lentilles se sont comportées de la même façon; toujours le potassium est prélevé en plus grande quantité que le calcium.

» *Sodium et calcium.* — Des colzas ont pris un peu moins de calcium que de sodium; des maïs en ont absorbé un peu plus. Ces plantes n'ont pas de tendance bien marquée à absorber plutôt de la soude que de la chaux, contrairement à ce qui a lieu pour la potasse.

» *Potassium et sodium.* — L'analyse du liquide où des colzas avaient vécu pendant quatre jours montra que, tandis que 40^{mg} de potassium avaient disparu, le poids de sodium en solution s'était accru de $3^{mg},8$. Ce chiffre étant de l'ordre des erreurs, il signifie que les plantes n'ont pas pris de sodium.

» De même, des seigles n'ont absorbé que de très faibles quantités de sodium, vingt-deux fois moins que de potassium.

» Ainsi la présence du potassium peut amoindrir considérablement ou même annuler l'absorption de sodium; ces faits confirment l'expérience

classique de M. Dehérain qui, ayant arrosé avec une solution de chlorure de sodium des haricots enracinés dans une bonne terre de jardin, a vu ses plantes se gorger de chlorure de potassium dont le métal provenait du sol.

» Il y a donc en réalité trois cas à considérer : 1° quand on présente isolément à des végétaux des solutions minérales qui n'exercent sur eux aucune action nocive, ces solutions sont absorbées de la même façon, quelle que soit leur composition; 2° il existe cependant des matières minérales qui ne sont absorbées qu'en très faibles quantités, ce sont celles qui exercent sur la vie végétale une action funeste; 3° lorsque des végétaux sont enracinés dans des solutions complexes, ils ne prennent plus indifféremment les divers éléments contenus dans les liquides; ils exercent une absorption élective, ils font un choix entre les matières dissoutes, sans qu'on puisse expliquer ce choix par l'immobilisation à l'état insoluble du principe absorbé en plus grande quantité. Il semble donc que la matière végétale vivante s'unisse plus facilement à certaines substances minérales qu'à certaines autres.

» Il est bien à remarquer que toutes nos expériences ont porté sur de très jeunes plantes, qu'on ne saurait comparer à des végétaux arrivés à leur complet développement. Pendant la durée de leur vie, ceux-ci élaborent des substances variées, qui peuvent sans doute former avec les matières minérales des combinaisons qui déterminent des absorptions électives. Nous n'avons pas eu la prétention d'expliquer d'une façon complète la composition minérale des plantes, mais simplement d'éclairer quelques points de leur histoire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'assimilation chlorophyllienne chez les Orchidées terrestres et en particulier chez le* Limodorum abortivum [1]. Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait qu'un certain nombre d'Orchidées terrestres possèdent des racines courtes, renflées, d'aspect coralloïde, et dont les cellules corticales renferment chacune une petite pelote de filaments mycéliens. M. Frank a donné à ces racines spéciales, qu'on retrouve avec les mêmes caractères chez les Éricacées, et avec des caractères différents chez les Conifères et les

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

Cupulifères, le nom de *mycorhizes*. Ce savant considère comme un fait de symbiose, et non de parasitisme, l'association d'une racine et d'un mycélium ; pour lui, le Champignon reçoit de son hôte des substances qu'il ne peut élaborer, comme des hydrates de carbone, des sucres, de l'amidon, etc. ; mais, en revanche, il lui fournit de l'eau et de la matière azotée qu'il puise dans l'humus.

» Les Orchidées à feuilles vertes et dépourvues de mycorhizes doivent vraisemblablement puiser tout leur carbone dans l'air ; ce sont des plantes qui se suffisent complètement à elles-mêmes et qui n'ont pas besoin d'humus pour vivre ; l'*Epipactis latifolia*, qu'on rencontre souvent dans les boues sableuses du bord des chemins, est dans ce cas.

» Les autres Orchidées à feuilles vertes, mais pourvues de mycorhizes, comme les différentes espèces du genre *Orchis*, sont, si la théorie de M. Frank est exacte, un peu saprophytes, c'est-à-dire qu'elles vivent, dans une certaine mesure, aux dépens de l'humus ; que leurs parties vertes, quoique dégageant notablement d'oxygène à la lumière, ne fournissent pas à la plante tout le carbone qui lui est nécessaire. Mais aucun fait expérimental ne le prouve jusqu'ici.

» J'ai précisément voulu voir si, dans cette catégorie de plantes, quelques-unes d'entre elles, dont le saprophytisme me paraît douteux, ne présenteraient pas des échanges gazeux à la lumière, de nature à mettre en évidence le rôle des mycorhizes dans l'assimilation du carbone. Les très curieux résultats obtenus par M. Bonnier sur les Rhinanthacées m'engageaient à chercher dans cette voie ; on sait, en effet, aujourd'hui, que des plantes vertes, comme l'Euphraise, le Pédiculaire, ne dégagent pas d'oxygène à la lumière, ce qui les oblige à être parasites.

» Je me suis adressé, en particulier, au *Goodyera repens*, plante qui a des rosettes de feuilles, un rhizome grêle longuement traçant et qu'on rencontre sous les pins dans la couche d'humus. Or toujours, à la lumière, les rosettes de feuilles vertes ont décomposé l'acide carbonique et avec une intensité comparable à celle des Orchidées non humicoles : c'est ainsi que des mêmes poids secs de feuilles de *Goodyera* et d'*Epipactis* dégagent des quantités égales d'oxygène. J'ai obtenu des résultats analogues avec les *Orchis latifolia, purpurea, Morio, mascula* et *bifolia*. Le rôle des mycorhizes dans l'assimilation des matériaux de l'humus, qui existe vraisemblablement, n'est néanmoins pas mis en évidence.

» Mais il y a des Orchidées non vertes, telles que le *Neottia Nidus-Avis*, le *Corallorhiza*. Or ces plantes ont de nombreuses mycorhizes et sont franchement saprophytes ; elles tirent tout leur carbone des matériaux de l'humus.

« Le *Neottia,* il est vrai, d'après les observations de MM. Wiesner et Prilleux, renferme un peu de chlorophylle dans ses tissus. Engelmann a pu montrer que les leucites bruns qui renferment le pigment vert dégagent, comme ceux de la Cuscute, de l'oxygène à la lumière; mais la quantité de chlorophylle est, en somme, si faible qu'elle joue un rôle peu important dans l'assimilation, aiusi que cela ressort des expériences de MM. Bonnier et Mangin. Ces savants ont montré, en effet, que l'action retardatrice de la lumière sur la respiration chez le *Neottia* est plus grande que chez les plantes franchement dépourvues de chlorophylle, comme le *Monotropa* et les Champignons, ce qui tendrait à faire admettre l'existence d'une légère action chlorophyllienne; mais, d'autre part, le quotient respiratoire, mesuré par le rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique dégagé à l'oxygène absorbé, est le même à la lumière et à l'obscurité, ce qui ne devrait pas avoir lieu si la fonction chlorophyllienne se manifestait d'une façon sensible et venait, par conséquent, changer le résultat de la respiration. On peut donc considérer le *Neottia* comme une plante entièrement saprophyte, comme les Champignons.

» Il est enfin une autre Orchidée, le *Limodorum abortivum.* qui, au point de vue de l'assimilation du carbone, occupe une place spéciale entre les Orchidées vertes pourvues de mycorhizes et les Orchidées décolorées et sur laquelle j'ai fait un certain nombre d'expériences que je vais rapporter dans cette Note.

» Le *Limodorum* est une plante des clairières, des bois montueux, des forêts, des pelouses élevées incultes et dont le port ressemble à celui de l'Orobanche ou du *Neottia.* La tige, robuste, qui atteint de $0^m,40$ à $0^m,80$ de hauteur, est colorée en violet plus ou moins foncé; cette coloration s'étend aux fleurs et aussi aux feuilles, lesquelles sont réduites à l'état de grandes bractées engainantes. Si l'on examine la partie souterraine, on ne trouve nulle trace d'adhérence avec les racines des arbres; la plante est donc saprophyte comme le *Neottia.* L.-C. Richard qui l'a nommée le premier la considérait comme parasite, ainsi qu'en témoigne le terme de *Limodorum* (λιμωδης, affamé); de Candolle partageait cette opinion.

» Or, M. J. Chatin, en 1874, mit en évidence la présence de la chlorophylle dans le *Limodorum.* Sous l'épiderme coloré en violet de la tige, on voit en effet un parenchyme cortical dont les cellules renferment des chloroleucites; on retrouve ceux-ci dans le parenchyme des faisceaux libéro-ligneux et dans la moelle. Les feuilles en contiennent et la paroi ovarienne en est particulièrement bien pourvue. Une section transversale de tous ces organes apparaît d'ailleurs avec la teinte verte caractéristique; cette teinte n'est masquée extérieurement que par l'anthocyanine des cellules épidermiques.

» Partant de cette observation, M. Chatin crut pouvoir conclure que « le *Limodorum* » n'a nul besoin d'une existence parasite, qu'il n'a même pas un besoin indispensable » des matériaux de l'humus, au moins quant au carbone ».

» Or, une telle conclusion, basée uniquement sur un fait anatomique,

est-elle légitime *a priori*? Non, évidemment; et les résultats signalés plus haut, obtenus par M. Bonnier sur les Rhinanthacées qui sont parasites quoique vertes, le prouvent. Tout d'abord, à cause de l'absorption de la lumière par les tissus, la chlorophylle du cylindre central ne peut servir à l'assimilation. Reste celle de l'écorce; mais les chloroleucites, épars dans chaque cellule, ne sont en somme pas très nombreux et il est possible, de plus, qu'on se trouve en présence d'un pigment vert spécial, la pluralité des chlorophylles ne faisant plus de doute depuis les travaux de MM. Armand Gautier et Étard. Il y a donc lieu de se demander quel est le sens de la résultante des deux fonctions inverses : l'assimilation et la respiration.

» J'ai alors exposé à la lumière, dans de l'air chargé d'acide carbonique, des pousses entières, des portions de tiges, des feuilles, des ovaires de *Limodorum* et toujours j'ai obtenu un dégagement d'acide carbonique. Toutefois, la lumière retarde d'une façon notable la respiration (dans la proportion de 4 à 3) et le rapport $\frac{CO^2}{O}$, qui est d'environ 0,90 au soleil, pour un fragment de tige, par exemple, est de 0,80 à l'obscurité; ces deux résultats montrent, comme il fallait s'y attendre, que l'assimilation existe; mais la respiration l'emporte sur elle, en sorte que le *Limodorum*, malgré sa chlorophylle, est saprophyte et doit prendre la plus grande partie de son carbone dans l'humus.

» *Conclusions.* — 1° Au point de vue de l'assimilation du carbone, les Orchidées terrestres présentent tous les intermédiaires, depuis les espèces vertes dépourvues de mycorhizes, comme l'*Epipactis*, qui tirent tout leur carbone de l'air et les espèces décolorées comme le *Neottia*, le *Corallorhiza*, qui sont entièrement saprophytes et dont les racines, vivant en symbiose avec des Champignons représentés par leur mycélium, sont alors capables de puiser dans l'humus les matériaux nécessaires à la nutrition.

» 2° Le *Limodorum*, malgré sa richesse en chlorophylle, doit être placé dans la série des Orchidées terrestres, au voisinage des saprophytes complets. A cause, en effet, de la mauvaise répartition des chloroleucites et peut-être aussi de la nature spéciale du pigment vert, cette plante décompose peu d'acide carbonique et sa respiration est toujours notablement supérieure à l'assimilation.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la toxicité des composés chromés à l'égard des végétaux supérieurs.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier (¹).

« Les composés chromés ont, on le sait, une action très nette sur les cellules, animales ou végétales, dont ils *fixent* le protoplasma et qu'ils tuent par conséquent : c'est ce qui les fait employer si fréquemment en Histologie. On sait aussi que les mêmes composés, et notamment le bichromate de potassium, bien connu à cet égard, sont des poisons pour les animaux. Nos connaissances en ce qui concerne leur action sur les végétaux étant moins avancées, j'ai cru intéressant de faire quelques recherches à ce sujet. J'ai surtout cherché à comparer la puissance toxique des divers composés à l'égard de plantes de même espèce, de manière à permettre la comparaison des chiffres obtenus.

» Dans ce but, j'ai mis à germer des plantules de blé de Bordeaux dans des solutions plus ou moins concentrées des composés dans de l'eau distillée, en notant avec soin la manière dont elles se comportaient. J'ai pu ainsi me rendre compte que les *équivalents toxiques,* c'est-à-dire les *doses toxiques minima* (pour 100 d'eau distillée) des principaux composés chromés, sont les suivants :

	Formule.	Équivalents toxiques pour 100.
Alun de chrome	$K^2Cr^2(SO^4)^4$	1,142
Sulfate de chrome	$Cr^2(SO^4)^3$	0,5
Acide chromique	CrO^3	0,00595
Chromate de potassium	K^2CrO^4	0,0625
Bichromate de potassium	$K^2Cr^2O^7$	0,03125
Chromate de sodium	Na^2CrO^4	0,125
Bichromate de sodium	$Na^2Cr^2O^7$	0,0064
Chromate d'ammonium	$(AzH^4)^2CrO^4$	0,0625
Bichromate d'ammonium	$(AzH^4)^2Cr^2O^7$	0,025

» *Conclusions.* — 1° Le chrome est surtout toxique quand il est à l'état

(¹) Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne dirigé par M. Gaston Bonnier.

d'acide chromique, libre ou combiné avec des bases. Il l'est beaucoup moins quand il joue dans le sel le rôle électropositif.

» 2° L'acide chromique est plus toxique lorsqu'il est libre que lorsqu'il est à l'état de chromate ou de bichromate.

» 3° Les bichromates alcalins sont sensiblement plus toxiques que les chromates correspondants.

» Enfin, on peut remarquer que le composé le plus toxique est l'acide chromique : c'est donc le corps qui *fixe* le plus énergiquement le protoplasma des cellules : ainsi se confirme, par des expériences physiologiques, la faveur que les histologistes lui accordent sur les autres composés chromés. »

VITICULTURE. — *Sur une nouvelle bouillie cuprique, plus spécialement destinée à combattre le black rot.* Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Guignard.

« Mes expériences sur le traitement du black rot, poursuivies en Beaujolais depuis trois années (1896, 1897, 1898), ont démontré l'importance du sulfatage direct des grappes dans la lutte contre cette maladie. Dans une précédente Communication ([1]) j'ai fait connaître les résultats donnés par les recherches que j'ai entreprises dans le but de trouver une bouillie qui adhère facilement aux raisins, propriété que possède à un faible degré les anciennes préparations cupriques. On a vu que la colophane augmentait dans des proportions considérables, bien supérieures à celles se rapportant aux autres substances essayées, la faculté d'adhérence des bouillies cupriques. Ayant expérimenté, en grande culture, les *bouillies à la colophane,* je vais indiquer, dans cette Note, un moyen permettant de les préparer, ainsi que les résultats obtenus avec elles.

» La colophane, insoluble dans l'eau, se dissout dans divers liquides, notamment dans les alcalis. En l'espèce, le moyen le plus simple me paraît être d'obtenir la dissolution de la colophane avec le carbonate de soude, sel déjà utilisé par les viticulteurs pour la préparation de la bouillie bourguignonne. Mais cette dissolution devant se faire à chaud, sa préparation,

---

([1]) Joseph Perraud, *Recherches sur quelques moyens permettant d'augmenter l'adhérence des bouillies cupriques* (*Comptes rendus,* 28 novembre 1898).

au fur et à mesure des besoins, présente un inconvénient dans la pratique. Pour obvier à cette difficulté, j'ai cherché à préparer une solution concentrée, utilisable à froid, pendant toute la durée d'un traitement.

» La formule suivante convient parfaitement : eau 100, carbonate de soude 25, colophane 25. On met le carbonate de soude dans l'eau, puis on jette, par petites portions, dans la lessive en ébullition, la colophane réduite en poudre. On agite le mélange jusqu'au moment où il est devenu fluide. Après refroidissement, la colophane forme une combinaison sans consistance, soluble dans l'eau froide qui sert à la préparation de la bouillie.

» Pour cette opération, on procède de la manière suivante : on fait dissoudre d'une part le sulfate de cuivre dans 50^{lit} à 80^{lit} d'eau ; d'autre part, on dilue dans 10^{lit} environ la quantité de colophane nécessaire, préparée comme il est dit plus haut; on verse cette seconde solution dans la première; puis on ajoute au mélange une solution de carbonate de soude jusqu'à neutralisation; enfin on additionne d'eau pour compléter 100^{lit}.

» Parmi les diverses formules de bouillie à la colophane que j'ai expérimentées, les deux suivantes ont donné des résultats parfaits et identiques pour la défense des Vignes contre le mildiou et le black rot :

I. Eau	100^{lit}
Sulfate de cuivre	2^{kg}
Colophane	$0^{kg},500$
Carbonate de soude	En quantité suffisante pour avoir une bouillie légèrement alcaline.
II. Eau	100^{lit}
Sulfate de cuivre	1^{kg}
Colophane	$0^{kg},500$
Carbonate de soude	En quantité suffisante pour avoir une bouillie légèrement alcaline.

» Toutefois je crois prudent de ne recommander définitivement cette dernière formule qu'après de nouvelles expériences; on l'emploiera à titre d'essai en 1899.

» Pour toutes ces préparations, on peut utiliser indifféremment le carbonate de soude Solvay ou en cristaux.

» En outre de sa qualité d'adhérence, la bouillie à la colophane présente un autre avantage mis en relief par les analyses ci-après, faites sous la direction de M. Léo Vignon, professeur de Chimie à l'Université de Lyon; par M. Barrillot, chef des travaux, sur des raisins, provenant de mes

champs d'expériences, ayant reçu trois sulfatages et cueillis quatre jours avant la vendange :

	Bouillie bordelaise à 2 °/₀ de sulfate de cuivre légèrement alcaline.	Bouillie au savon à 2 °/₀ de sulfate de cuivre et 3 °/₀ de savon.	Bouillie à la colophane à 2 °/₀ de sulfate de cuivre légèrement alcaline.
Cuivre soluble dans l'eau par kilogramme de raisins......	gr 0,0115	gr 0,022	gr 0,072
Cuivre insoluble dans l'eau, soluble dans l'eau régale, par kilogramme de raisins......	0,00975	0,019	0,025
Cuivre total par kilogramme de raisins....................	0,02125	0,041	0,097

» Les chiffres indiquant les quantités totales de sulfate de cuivre portées par les raisins sont dans les rapports de

$$1 : 1,95 : 4,61$$

et de

$$1 : 2 : 6,54,$$

en considérant seulement les quantités de cuivre solubles dans l'eau.

» D'après ces résultats, la bouillie au savon maintient, sur les raisins, 2 fois plus de cuivre total et 2 fois plus de cuivre soluble que la bouillie bordelaise ; la bouillie à la colophane maintient 4 fois $\frac{1}{2}$ plus de cuivre total et 6 fois $\frac{1}{2}$ plus de cuivre soluble.

» Une bouillie est d'autant plus active qu'elle fournit, sur les organes à protéger, une quantité plus grande de cuivre soluble ; sous ce rapport, la bouillie à la colophane paraît capable d'assurer une excellente défense de la Vigne. »

M. **Aug. Letellier** adresse une Note intitulée : « Action de l'électricité atmosphérique sur la direction suivie par la racine jeune de la Fève vulgaire ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 novembre 1898.
(*Suite.*)

Énumération des plantes cultivées dans les jardins de la Provence et de la Ligurie, par Émile Sauvaigo, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Nice, etc. Nice, J. Ventre et Cie, 1890; 1 vol. in-18.

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux italiens, sous la direction de M. A. Mosso, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXX, fasc. 1. Turin, Hermann Loëscher, 1898; 1 vol. in-8.

Annals of the observatory. Volume IV. London, 1897; 1 vol. in-4°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1898. Octobre. Cracovie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 novembre 1898.

Sur de nouvelles méthodes d'analyse minérale, par M. Adolphe Carnot, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut, Professeur à l'École supérieure des Mines. (Extrait des *Annales des Mines,* Livraison d'août 1898). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Annales de l'Institut Pasteur, fondées sous le patronage de M. Pasteur et publiées par M. E. Duclaux, Membre de l'Institut de France, Professeur à la Sorbonne, Directeur de l'Institut Pasteur. Tome XII. N° 11. 25 novembre 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Traité de Métallurgie, par Léon Gages, Capitaine d'Artillerie, ancien Élève de l'École Polytechnique, Ex-Professeur à l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie. Tome deuxième : *Travail des métaux.* Paris, J. Fritsch, 1898; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 novembre 1898. N° 119. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Flora brasiliensis. Enumeratio plantarum in Brasilia hactenus detectarum. Vol. III. Pars II. Monachii-Lipsiæ, 1896-1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Guignard.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur: M. E. Mascart. Nos 292 à 327; 36 fasc. in-8°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences, le 28 décembre 1874. Tome CXXXIX. Octobre 1898. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Cinquantenaire : 1848-1898. III. Bulletin de septembre 1898. Paris, 1898; 1 vol. in-8°.

Transactions of the clinical Society of London. Volume the thirty.-first. London, Longmans, Green and Co; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 novembre 1898.)

Note de M. *Maurice Hamy,* Sur la mesure des petits diamètres :

Page 854, ligne 10, *au lieu de* $\left(\frac{a}{l}\right)^2$, *lisez* $\left(\frac{a}{l}\right)^4$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 DÉCEMBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Étude physique de l'élasticité acquise par le tissu musculaire en état de travail physiologique.* Note de M. **A. Chauveau**.

« Un intérêt considérable s'attache, en Énergétique biologique, à la confrontation de l'élasticité parfaite incessamment créée dans le muscle en action et de l'énergie créatrice du travail physiologique, incessamment renouvelé, d'où procède la naissance de la propriété nouvelle. Du moment que ce travail intérieur spécial, résultat d'une dépense déterminée d'énergie, se traduit par un fait physique d'une étude relativement facile, surtout précise, les rapprochements deviennent plus simples et plus saisissants entre la cause et l'effet, entre l'énergie mobilisée et le travail intérieur produit. C'est tout bénéfice pour l'entreprise qui se propose d'introduire dans le domaine de la Physiologie animale les principes de la Mécanique générale sur la conservation et la transformation de l'énergie.

» Voilà pourquoi je me suis attaché avec persévérance à l'étude expé-

rimentale de l'*élasticité du muscle en contraction statique pour le soutien d'une charge,* sans tenir compte de l'élasticité naturelle que le muscle, vivant ou mort, possède à l'*état de repos*. Il s'agit là, en effet, de deux propriétés absolument distinctes. L'élasticité acquise par le muscle *en travail* n'est pas seulement incomparablement plus parfaite que l'autre; *elle possède de plus ses lois spéciales;* et il se rencontre justement que ces lois se superposent exactement à celles du travail musculaire lui-même, je veux dire aux lois de la dépense énergétique qui est la source de ce travail.

» Mais je dois reconnaître que les premières recherches qui m'ont permis de trouver ces lois spéciales de l'élasticité de contraction n'étaient pas à l'abri de toute objection. J'avais dû agir avec un outillage grossier, dans des conditions difficiles, rendant parfois incertaine l'appréciation des résultats obtenus. Grâce à un outillage nouveau, extrêmement amélioré, j'ai pu obtenir des résultats presque absolument irréprochables.

» *Indications sommaires sur le mode opératoire.* — 1° C'est toujours sur les muscles fléchisseurs de l'avant-bras de l'homme que j'expérimente. Mais un dispositif spécial supprime l'influence perturbatrice du poids de la main et de l'avant-bras. Celui-ci se meut horizontalement, conjugué avec le bras d'une potence pivotante, dont le centre de mouvement coïncide avec celui de l'articulation du coude. A l'extrémité de ce bras sont attachées les charges et surcharges par l'intermédiaire d'une fine cordelette ou d'un fil métallique souple.

» 2° Un système de contrepoids, dont la valeur est déterminée à l'avance pour chaque sujet d'expérience, neutralise les résistances passives, entre autres la plus importante, celle de la tonicité des muscles au repos. L'effet en est tel qu'il suffit d'un poids de quelques grammes pour mettre l'avant-bras en mouvement, lorsque tous les muscles du membre sont en état de relâchement.

» 3° Une partie importante de l'outillage nouveau permet d'exécuter instantanément, avec une précision suffisante, les additions et les soustractions de charges qui mettent en jeu l'élasticité musculaire. La manœuvre n'en reste pas moins un temps délicat de l'opération, même pour les aides les mieux dressés.

» 4° Les allongements et les raccourcissements produits par l'addition et la soustraction des charges sont inscrits, amplifiés par le levier antibrachial, sur un cylindre enregistreur. L'inscription se fait à l'aide d'un petit appareil spécial rattaché au fil suspenseur des charges, fil auquel un système de poulies de renvoi permet de se mouvoir à proximité du cylindre parallèlement à sa génératrice. Un inconvénient inévitable est attaché à l'emploi de ce procédé. Le fil, en effet, s'étend plus ou moins sous la traction des charges; d'où, si celles-ci sont fortes, une majoration des allongements musculaires indiqués par les graphiques, majoration dont il faut savoir tenir compte au besoin.

» Pour chacune des conditions expérimentales dont on veut étudier l'influence, les tracés sont reproduits un nombre déterminé de fois, toujours le même, de manière à obtenir, les uns à côté des autres, des groupes de graphiques exactement comparables entre eux.

» 5° Enfin, le choix de bons sujets d'expérience reste toujours l'indication la plus importante à réaliser dans la mise en œuvre de la méthode. Il y a de nombreux sujets absolument réfractaires. On ne peut opérer que sur ceux qui sont naturellement doués de l'aptitude, développée ensuite par le dressage, à ne pas troubler, par intervention volontaire ou réflexe, l'effet mécanique propre, *immédiat,* des changements de charges. Ces sujets doivent être parfaitement habitués à laisser les muscles fléchisseurs de l'avant-bras obéir passivement à l'action de ces changements de charges.

» *Application et résultats.* — Les lois de l'élasticité de traction des corps solides inertes sont généralement exprimées par la formule

$$l = \frac{1}{C}\frac{PL}{s},$$

l étant l'allongement déterminé par une charge P; L, la longueur du corps élastique; s, l'aire de sa section droite; C, une constante représentant le *coefficient d'élasticité* (résistance à l'allongement) propre à la substance qui constitue le corps élastique. C'est à cette formule qu'il convient de rapporter les résultats des expériences entreprises sur *l'élasticité du muscle en contraction statique pour le soutien fixe d'une charge.* Afin d'éviter toute confusion entre celle-ci et la charge qui provoque l'allongement, nous désignerons dorénavant la première par p. Ainsi p exprimera la *charge soutenue;* P, la *surcharge provocatrice de l'allongement.*

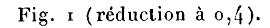
» Pour simplifier notre exposition, nous ferons précéder les résultats expérimentaux des propositions qui en découlent et nous nous aiderons des graphiques eux-mêmes reproduits en photogravure.

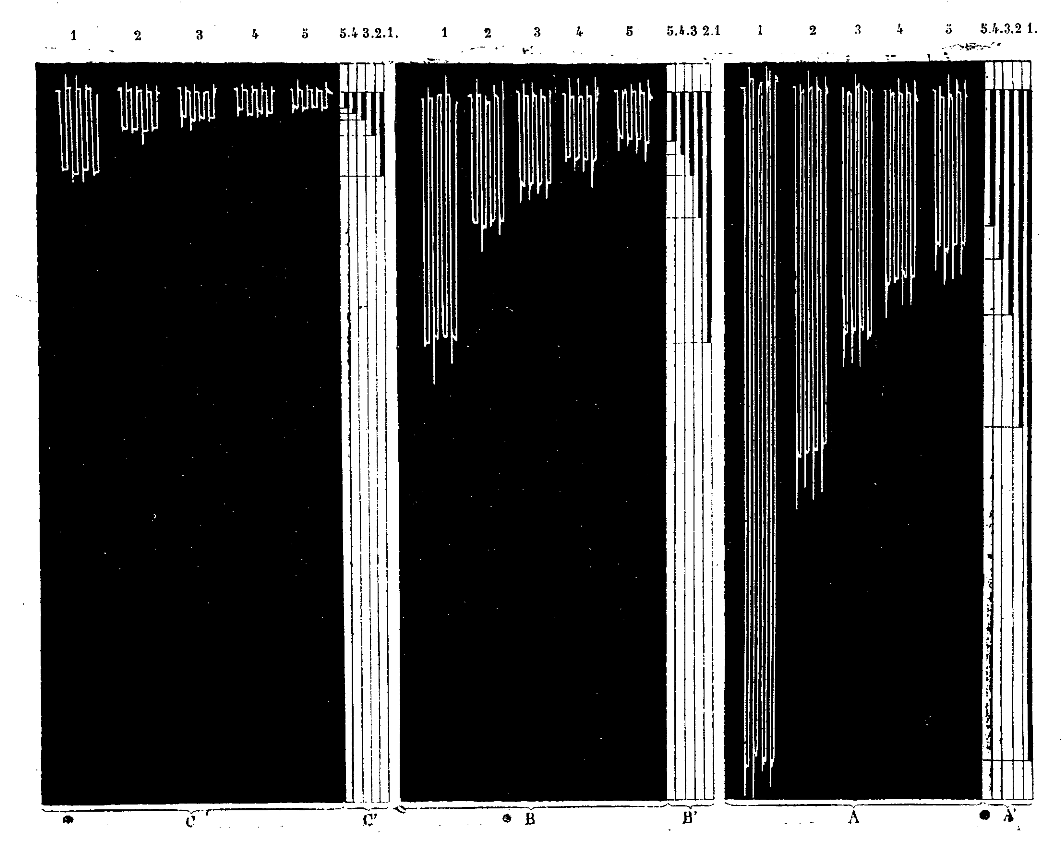
» PREMIÈRE PROPOSITION. — *Dans un muscle mis en état de grande et parfaite élasticité par une contraction statique, raccourcissant le muscle toujours de la même manière, mais avec variations de la valeur de la charge soutenue, une même surcharge produit des allongements dont la valeur est inversement proportionnelle à celle de la charge.*

» *Expériences.* — En voici une (*fig.* 1) dont les résultats se rapportent à trois séries, A, B, C, où les conditions sont identiques, sauf le poids de la surcharge provocatrice de l'allongement. Dans la série A, la surcharge est de 2000^{gr}; dans la série B, de 750^{gr}; enfin, dans la série C, de 250^{gr} seulement. Mais, dans les trois cas, le muscle, toujours également raccourci, est toujours chargé des mêmes poids primitifs, au nombre de cinq, régulièrement croissants: n° 1, 250^{gr}; n° 2, 500^{gr}; n° 3, 750^{gr}; n° 4, 1000^{gr}; n° 5, 1250^{gr}. Les allongements provoqués par la surcharge sont représentés dans la figure. On a tracé à côté (A', B', C'), les allongements théoriques calculés d'après la proposition ci-dessus énoncée [1]. Or, il est facile de voir, au premier

(1) Ces allongements théoriques, diffèrent de ceux que représente dans mon livre,

coup d'œil, qu'il existe une remarquable coïncidence entre ces allongements théoriques et les allongements réels. Ceux-ci, dans chacun des cinq groupes de graphiques, 1, 2,


Fig. 1 (réduction à 0,4).



3, 4, 5, de chaque série, vont en décroissant à très peu près comme les nombres : 1.00; 0,50; 0,33; 0,25; 0,20; c'est-à-dire qu'ils sont inversement proportionnels aux valeurs de la charge soutenue : 250gr, 500gr, 750gr, 1000gr, 1250gr. Sans doute, la coïncidence des allongements réels et des allongements théoriques, si remarquable qu'elle soit, n'est pas absolument parfaite. Mais on remarquera que les différences portent surtout sur la série A, où la surcharge était énorme, par rapport à la charge. C'est une condition très défavorable dans des expériences de cette nature.

» *Corollaire.* — Une conséquence importante découle de ces expériences et de la proposition qui en exprime les résultats : *La résistance à l'allongement, c'est-à-dire le coefficient d'élasticité, du muscle en contraction statique,*

---

le *Travail musculaire,* le schéma n° 2, B, p. 31. Ce schéma, par une singulière inadvertance, a été construit d'une manière absolument fautive.

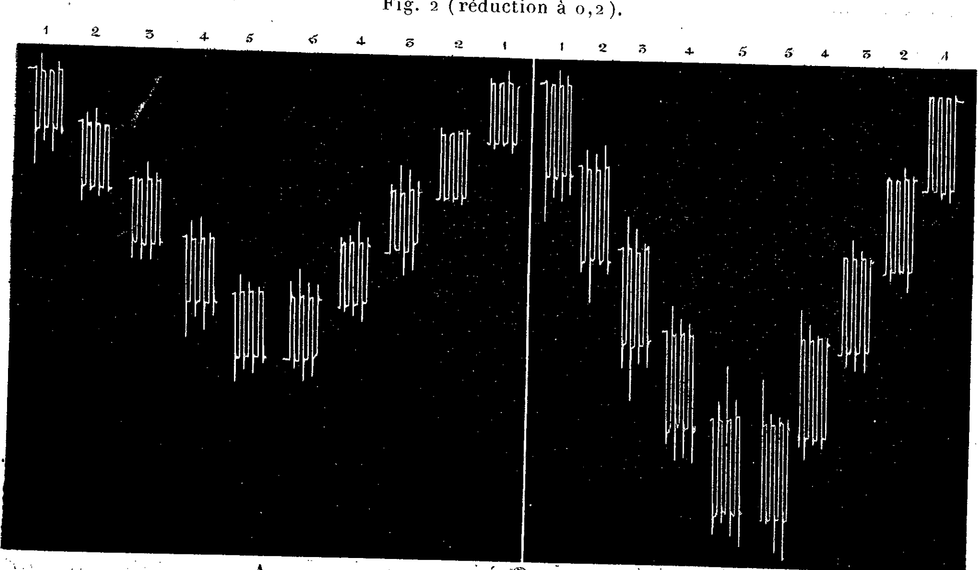
pour le soutien d'une charge, trouve sa propre mesure dans la valeur même de ladite charge p. Ce coefficient d'élasticité est donc essentiellement et prodigieusement variable. (¹). *Mais, dans tous les cas, sa valeur p n'en est pas moins nettement déterminée et peut être introduite dans la formule classique, à la place de la constante.* On a alors

$$l = \frac{1}{p} \frac{PL}{s}.$$

» DEUXIÈME PROPOSITION. — *Dans un muscle inégalement raccourci et soutenant ainsi sa charge à des hauteurs différentes, si cette charge reste toujours la même, l'allongement produit par une même surcharge est toujours le même.*

» *Expérience.* — Les graphiques de la *fig.* 2 donnent de ce fait une bonne démonstration. Voici comment ils ont été obtenus. Les fléchisseurs de l'avant-bras ont été

Fig. 2 (réduction à 0,2).



mis dans cinq états différents de raccourcissement, en soutenant toujours la même charge permanente, soit 250 gr. A cette charge on a constamment ajouté la même surcharge, tantôt 500gr (partie A de la figure), tantôt 750 gr (partie B de la figure). Les graphiques obtenus sont disposés en escalier double. Or, on peut constater que les

(¹) Est réservé, bien entendu, l'examen de toutes les influences que la variété des conditions physiologiques, surtout celles qui viennent de l'intervention du système nerveux, peuvent exercer sur la valeur absolue de ce coefficient d'élasticité, soit chez le même individu, soit chez des sujets différents.

degrés de l'escalier sont, en chaque série, sensiblement égaux, ce qui établit l'exactitude de la proposition.

» *Corollaire*. — Cette proposition présente une importance considérable au point de vue de la loi générale de l'élasticité musculaire. En effet, un muscle en divers états de raccourcissement n'a *ni la même longueur, ni la même section*. Plus le muscle se raccourcit, plus celle-ci augmente et plus celle-là diminue : conditions qui agissent dans le même sens pour amoindrir l'extensibilité des corps élastiques. Cependant nous voyons le muscle diversement raccourci se comporter, au point de vue de son allongement sous l'influence de surcharges, *exactement de la même manière*. On est forcé d'en conclure que l'allongement déterminé par les surcharges dans un muscle donné, en état de travail physiologique, est indépendant des changements variables de longueur et de section qui surviennent dans ce muscle sous l'influence d'un degré de raccourcissement plus ou moins prononcé.

» *Ainsi l'unique élément capable d'influer sur la valeur de la résistance à l'allongement d'un muscle donné en état de contraction statique, c'est son coefficient d'élasticité déterminé par la charge que soutient le muscle. Aucune action n'est exercée sur l'aptitude à l'allongement par les différences de longueur et de section qu'affecte ce muscle en se raccourcissant plus ou moins.*

» Il s'ensuit donc que s et L disparaissent nécessairement de la relation

$$l = \frac{1}{p}\frac{PL}{s}.$$

» La formule des lois de l'allongement du muscle en contraction devient ainsi

$$l = \frac{1}{p}P, \qquad \text{ou plus simplement} \qquad l = \frac{P}{p};$$

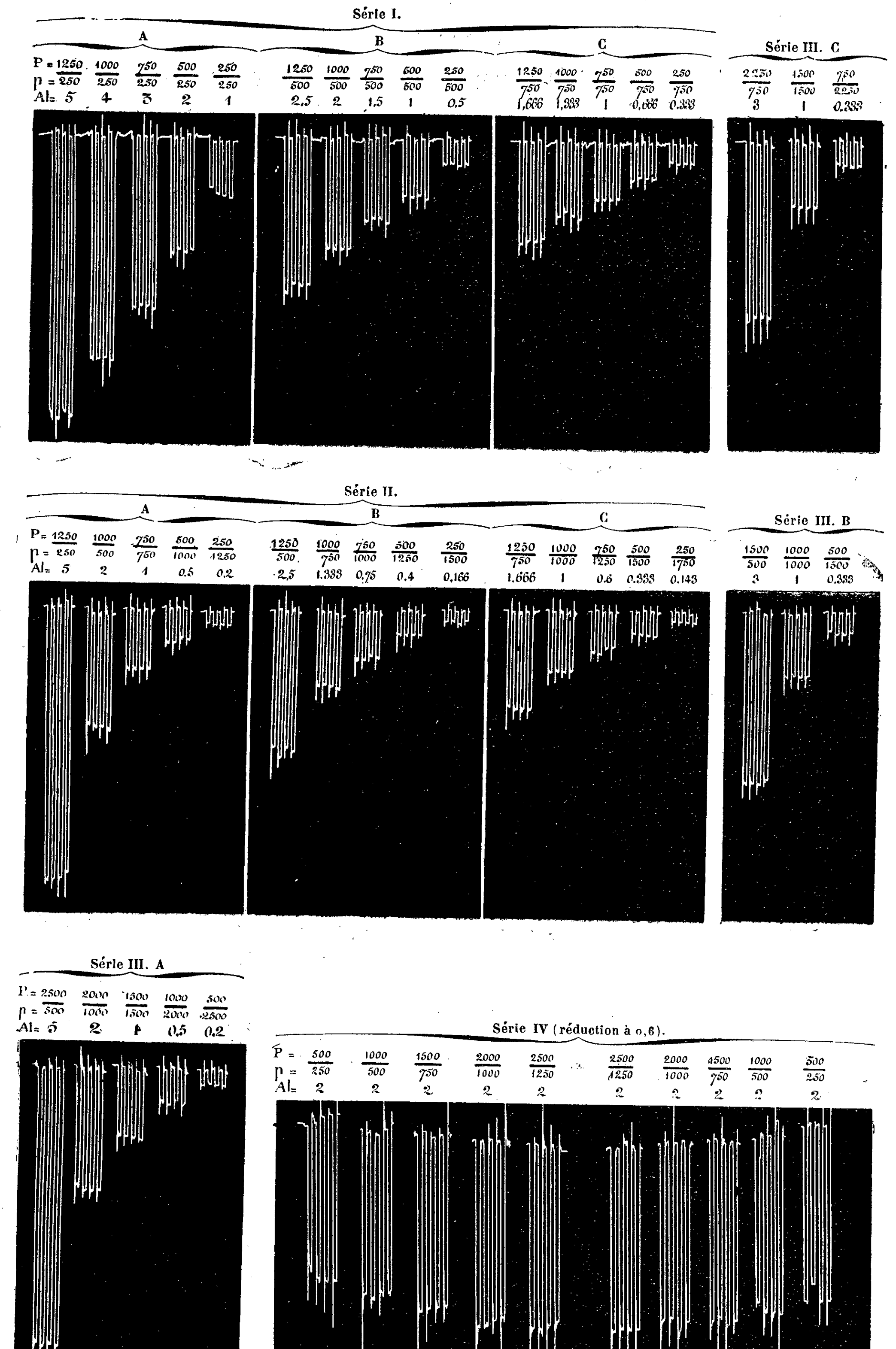
d'où la proposition suivante :

» Troisième proposition. — *La valeur de l'allongement provoqué par une surcharge* P, *dans un muscle en contraction statique pour le soutien d'une charge p, est proportionnelle à la valeur du rapport de la surcharge à la charge*.

» Il n'y a pas à douter que tous les faits des expériences antérieures ne soient conformes à cette proposition. Mais, comme on n'en saurait être trop sûr, j'ai multiplié les expériences de contrôle, en en variant les conditions le plus possible.

» *Expériences*. — Parmi ces expériences de contrôle, je choisis celles dont les résultats sont représentés par les graphiques de la *fig*. 3, qui comptent au nombre

Fig. 3 (réduction à o,4, sauf pour la série IV).



des plus parfaits que je possède. Ces graphiques ont été obtenus dans les conditions suivantes :

» *Série I.* — Surcharges régulièrement décroissantes : 1250gr, 1000gr, 750gr, 500gr, 250gr. Charge constante : en A, 250gr; en B, 500gr; en C, 750gr.

» *Série II.* — Mêmes surcharges régulièrement décroissantes, comme dans la série I : 1250gr, 1000gr, 750gr, 500gr, 250gr. Au contraire, charges régulièrement croissantes, s'augmentant chaque fois de 250gr : *Exp. A*, 250gr, 500gr, 750gr, 1000gr, 1250gr; *Exp. B*, 500gr, 750gr, 1000gr, 1250gr, 1500gr; *Exp. C*, 750gr, 1000gr, 1250gr, 1500gr, 1750gr.

» *Série III.* — Surcharges décroissantes et charges croissantes, comme dans la série II, mais avec des valeurs plus élevées ou en d'autres proportions.

» *Série IV* (sujet différent). — Surcharges et charges croissant ensemble de la même manière.

» Les chiffres joints aux graphiques les expliquent suffisamment. J'appelle particulièrement l'attention sur ceux de la valeur théorique des allongements. Ils s'éloignent si peu des chiffres qu'on obtiendrait de la mesure même des graphiques, que la démonstration cherchée doit être considérée comme acquise: $l = \frac{P}{p}$ est d'une exactitude inattaquable.

» *Corollaire.* — Supposons maintenant p invariable, ce qui permet de le supprimer. Il vient $l = P$; c'est-à-dire que les allongements obtenus par des applications de surcharges sont alors toujours régulièrement proportionnels à ces surcharges. Si celles-ci croissent régulièrement, les allongements croissent de même. Les trois graphiques de la série I en donnent une démonstration irréprochable. Ainsi, *une fois créé dans un muscle par l'action d'une charge donnée, le coefficient d'élasticité conserve sa même valeur pendant l'allongement* instantané *produit par les surcharges. Le rapport de la valeur de cet allongement à celle des surcharges qui le provoquent est donc invariable, exactement comme dans les expériences-types sur les tiges de substance inorganique.* L'élasticité du muscle en action, malgré ses caractères particuliers, rentre ainsi très étroitement dans la loi de la proportionnalité des allongements aux charges allongeantes.

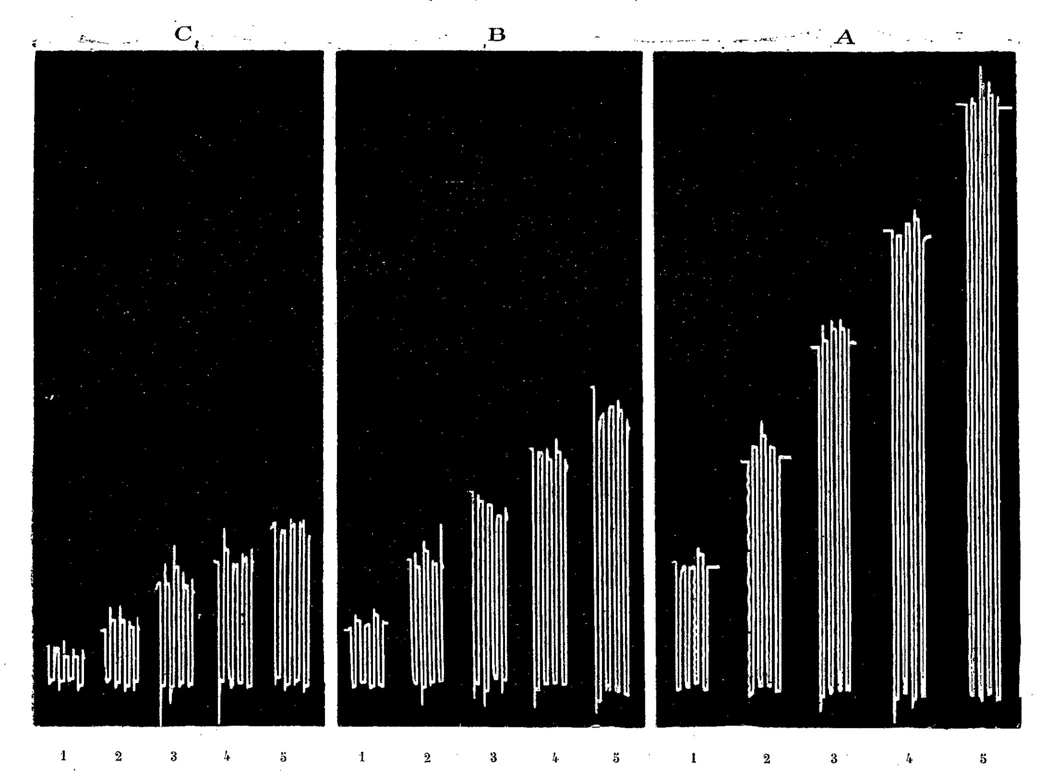
» Cette même proportionnalité, établie pour les conditions précédentes, est encore indiquée à l'avance pour les conditions, tout autres, exposées dans la proposition suivante :

» Quatrième proposition. — *Dans un muscle pris en un certain état de raccourcissement et soutenant une charge donnée, si le raccourcissement s'accroît d'une manière régulière, la surcharge nécessaire pour faire disparaître le surcroît de raccourcissement s'accroît d'une manière exactement symétrique.*

» *Expériences.* — Les trois graphiques de la *fig.* 4 ont été obtenus, séance tenante, sans essais ou exercices préparatoires, sur un des sujets habituels, dans une expé-

rience improvisée. Ils sont un peu frustes, mais ils n'en témoignent que mieux en faveur de la méthode. La résistance à l'allongement était proportionnelle aux charges fixes de : 250gr (cas A); 500gr (cas B); 750gr (cas C). Mais les surcharges allongeantes étaient les mêmes dans les trois cas : 250gr pour faire cesser le raccourcissement 1;

Fig. 4 (réduction à 0,6).



500gr contre le raccourcissement 2; 750gr opposés au raccourcissement 3; 1000gr pour lutter contre le raccourcissement 4; enfin 1250gr chargés de la neutralisation du raccourcissement 5. Naturellement, dans les trois cas, on a commencé par la surcharge la plus faible, afin de déterminer la valeur de la raison de la progression du raccourcissement. Les graphiques qui représentent les résultats de l'expérience n'ont pas besoin d'explications ni de commentaires. Ils sont tout à fait démonstratifs.

» *Corollaire.* — On ne saurait trop insister sur l'importance des conséquences contenues dans la proposition 4.

» La proposition 2 nous avait enseigné que les changements de longueur et de section qui surviennent dans un muscle, plus ou moins raccourci par l'état de contraction, n'influent en rien sur l'aptitude du muscle à l'allongement. Nous savons maintenant, d'après les enseignements de la pro-

position 4, que lesdits changements n'en exercent pas moins une influence considérable sur la valeur de la *force élastique* acquise par le muscle en état de raccourcissement. *Pour vaincre cette force élastique il faut employer, en effet, un poids proportionnel au degré du raccourcissement. Elle croît donc exactement comme ce raccourcissement lui-même.*

» C'est là, bien entendu, une particularité propre au muscle en action. Dans les corps inertes, allongés et tendus par une charge, la *force élastique* dont elle provoque le développement est tout simplement égale à la *résistance extérieure* que cette charge représente. Dans le muscle contracté, tendu de même par la charge qu'il soutient, une seconde force antagoniste s'ajoute à la *résistance extérieure :* c'est la *résistance intérieure* que le muscle oppose à la déformation causée par l'état de raccourcissement. D'où, pour équilibration de cette seconde résistance, surcroît de *force élastique* dissimulée dans la substance musculaire et faisant somme avec la *force élastique* apparente, *effective,* qui manifeste son existence par l'équilibre de la *résistance extérieure.* On vient de voir que, pour faire apparaître avec sa valeur cette *force élastique* dissimulée, il faut neutraliser le raccourcissement du muscle et, pour cela, employer une surcharge allongeante proportionnelle à la charge soutenue (p) et au degré du raccourcissement musculaire (r). La croissance et la décroissance de la *force* élastique (e), qui est incessamment entretenue dans le muscle mis en contraction statique, obéissent donc à la loi contenue dans la formule suivante :

$$e = p + pr.$$

» C'est exactement à cette conclusion que m'avaient amené mes premières expériences, tout imparfaites qu'elles fussent. Elle est d'autant plus satisfaisante que la loi ainsi formulée coïncide, on le sait d'autre part, avec celle de la croissance et de la décroissance de la dépense énergétique qu'entraîne le travail physiologique dont cette création incessante de *force élastique* au sein de la substance musculaire est la plus éclatante manifestation. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et bétons.* Note de M. **Considère.**

« Depuis quelques années, des constructeurs entreprenants ont imaginé un nouveau mode de construction. Le métal, fer ou acier, que l'on

n'avait employé jusque-là qu'isolément ou juxtaposé à la maçonnerie, a été utilisé comme armature intérieure de pièces de béton ou de mortier, en vue d'en augmenter la résistance.

» Toutefois les Ingénieurs, habitués à n'employer que les matériaux dont ils comprennent la résistance, ont refusé, jusqu'à présent, d'utiliser les bétons armés, et ils ont fait une objection qui, à première vue, paraît très grave. Essayés par traction simple, les mortiers se brisent en prenant un allongement d'un dixième de millimètre environ. Or, le fer ne produit sous cet allongement qu'une résistance de 2^{kg} par millimètre carré, et l'on doit, par suite, admettre qu'il ne peut pas travailler davantage dans les bétons armés avant que ceux-ci se brisent au moins jusqu'aux armatures qu'ils renferment : les fissures compromettraient la durée de ces constructions.

» J'ai fait des expériences pour élucider la question.

» Les prismes d'essai étaient formés de mortiers ou de bétons renfermant, en diverses proportions, du ciment de Portland, du sable et parfois du gravier. Ils avaient une section carrée de 6^{cm} de côté et une longueur de 60^{cm}. Pour l'essai, chaque prisme a été placé verticalement et encastré par son extrémité inférieure dans une poutre en bois. L'extrémité supérieure était coiffée d'un chapeau portant, en porte à faux, un demi-fléau horizontal de 70^{cm} de longueur, à l'extrémité duquel on suspendait des poids.

» L'allongement de la face tendue et le raccourcissement de la face comprimée étaient uniformes entre les deux encastrements; on les mesurait au moyen d'appareils à miroir d'une grande sensibilité.

» J'ai fait de nombreux essais; je choisis, pour en indiquer ici les résultats, le n° 34 relatif à un prisme en mortier dosé à 433^{kg} de ciment par mètre cube de sable et armé de trois fils de fer non recuit de $4^{mm},25$ de diamètre. Le moment de flexion du prisme a été porté jusqu'à $78^{kgm},68$, sans provoquer la rupture. Puis, dans le but d'étudier l'effet du renouvellement des déformations, on a soumis le prisme à 139052 répétitions de moments de flexion, variant de $34^{kgm},58$ à $55^{kgm},58$ et séparées par autant de retours à la position d'équilibre.

» Après cette double épreuve, le prisme semblait intact dans toute la partie comprise entre les encastrements, et cependant le mortier de sa face soumise à l'extension avait subi, dans la première flexion, un allongement de $1^{mm},98$, c'est-à-dire vingt fois plus grand que l'allongement de $0^{mm},10$ que les mortiers analogues ne peuvent supporter sans se rompre.

» Pour reconnaître avec certitude si les fibres les plus allongées du mortier n'étaient pas fissurées, je les ai fait détacher, au moyen d'une scie à

sable, des armatures et du corps du prisme : j'ai constaté que, s'il y avait en certains points quelques petites fissures superficielles, le mortier était généralement intact. Malgré la fatigue résultant du sciage, on a pu détacher du prisme et de ses armatures des baguettes de $15^{mm} \times 12^{mm}$ de section, ayant des longueurs de 80^{mm} à 200^{mm}, c'est-à-dire plus que la moitié de la longueur comprise entre les encastrements. Ces baguettes ont été essayées par flexion; elles ont donné des résistances allant jusqu'à 22^{kg} par centimètre carré.

» Il est donc bien démontré que, dans la presque totalité de sa masse, un mortier qui avait subi un allongement vingt fois plus grand que celui que l'on considère comme devant produire la rupture, non seulement n'était pas désagrégé, mais restait capable de produire une résistance considérable et voisine de celle du mortier neuf.

» Il ne pouvait suffire de constater un fait de cette importance; il fallait chercher à le mettre en évidence par d'autres moyens et, si possible, en donner une explication rationnelle.

» La résistance totale d'un prisme armé ne peut être que la somme des résistances produites par les deux éléments dont il est formé. L'allongement du fer pouvant être calculé d'après les déformations constatées sur les deux faces opposées du prisme, la tension des armatures en est facilement déduite ainsi que le moment résistant qu'elle produit. On a donc le moment de flexion produit par le métal. En le retranchant du moment total de flexion supporté par le prisme, on a, par différence, la valeur du moment produit par la tension des fibres de mortier qui travaillent à l'extension et par la fraction de la résultante de compression qui forme un couple avec elle. Le Tableau suivant indique les résultats obtenus.

Moments de flexion supportés par le prisme.	Distances de l'axe neutre à la surface		Allongements		Valeur de E pour le fer.	Tension du fer		Bras de levier de cette tension.	Moment produit par le fer.	Moments produits par le béton : différence des colonnes 1-10.
	comprimée.	tendue.	constatés du béton.	calculés du fer.		par millim. carré.	totale.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
kgm	mm	mm	mm	mm		kgm	kgm	m	kgm	kgm
5,18	28,7	32,3	0,038	0,031	2,17 × 10	0,67	28	0,0450	1,28	3,90
11,48	28,7	32,3	0,092	0,075	2,17	1,63	69	0,0450	3,12	8,38
19,88	28,7	32,3	0,186	0,145	2,17	3,15	134	0,0450	6,03	13,85
30,38	27,4	33,6	0,424	0,337	2,15	7,25	309	0,0450	13,90	16,48
40,88	25,5	35,1	0,775	0,620	2,11	13,10	558	0,0445	24,83	16,05
49,28	25,3	35,7	1,050	0,840	2,10	17,60	750	0,0442	33,15	16,13
63,98	24,4	36,7	1,520	1,230	2,06	25,34	1079	0,044	47,48	16,50
78,68	24,4	36,6	1,980	1,600	2,00	32,00	1363	0,044	59,97	18,71

» On a inscrit dans la colonne 1 les moments de flexion auxquels le prisme a été

soumis et, en regard dans les colonnes 2 et 9, les éléments nécessaires au calcul du moment résistant produit par la traction du fer et par une égale part de la résultante de compression produite par la partie comprimée de la section.

» En retranchant les moments résistants du fer inscrits dans la colonne 10 des moments de flexion totaux supportés par le prisme qui figurent dans la colonne 1, on obtient une différence qu'on ne peut considérer que comme la valeur du moment de flexion produit par les fibres tendues du mortier; on l'a inscrite dans la colonne 11.

» La colonne 11 donne lieu aux constatations suivantes, si l'on néglige l'anomalie présentée par le chiffre 16,48 auquel une imperfection du mesurage de quantités très petites a pu faire attribuer une valeur légèrement trop forte :

» Le moment résistant de flexion produit par les fibres tendues du mortier a augmenté régulièrement et rapidement tant que l'allongement de ses fibres extrêmes (col. 4) ne dépasse pas $0^{mm},424$, c'est-à-dire plus de quatre fois l'allongement qui brise le mortier par traction directe ($0^{mm},10$).

» Lorsque l'allongement dépasse $0^{mm},424$ environ, le moment produit par le mortier croît encore, mais très lentement, jusqu'à l'allongement considérable de $1^{mm},98$ qui n'a pas été dépassé dans l'essai du prisme n° 34.

» A défaut de la preuve directe, obtenue en détachant du reste du prisme et des armatures métalliques les fibres les plus allongées et en prouvant que, sauf en un très petit nombre de points, elles étaient intactes et avaient conservé sensiblement leur résistance initiale, les chiffres de la colonne 11 suffiraient à prouver que le mortier possède cette propriété, dont l'importance pratique est grande, de pouvoir, quand il est armé de fer, supporter des allongements vingt fois plus grands que ceux qui déterminent sa rupture dans les essais usuels de traction.

» Dans une Note prochaine, je donnerai l'explication de ce fait, je ferai les réserves nécessaires au point de vue de la pratique des travaux et j'indiquerai comment on peut déterminer la nature et la proportion du fer et du béton à employer dans chaque cas et calculer les dimensions. »

CORRESPONDANCE.

M. CORNU, au nom du Bureau des Longitudes, présente à l'Académie les deux publications suivantes :

1° L'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1899, qui se distingue des précédents par plusieurs modifications importantes parmi lesquelles on peut citer :

La revision des éléments des comètes périodiques et l'historique des comètes apparues en 1897.

Le remaniement de divers calculs en introduisant les constantes adoptées par la Conférence internationale des étoiles fondamentales.

Dans le Chapitre des Poids et Mesures une Note sur le système des unités C. G. S.

Au Tableau des Monnaies, tenu à jour jusqu'en 1897, on a ajouté le fac-similé des poinçons de garantie des matières d'or et d'argent.

Les nouvelles valeurs de la superficie de la France obtenues au Service géographique de l'Armée ont été introduites par M. Levasseur, ce qui a exigé un nouveau calcul des densités de la population.

L'Article relatif à l'Électricité a été notablement augmenté par M. Cornu, particulièrement en ce qui concerne la corrélation des unités électriques et mécaniques usitées dans les applications industrielles.

Enfin l'*Annuaire* se termine par des Notices scientifiques : *Sur les ballons sondes*, par M. Bouquet de la Grye; *La Géodésie moderne en France*, par M. Bassot; *Sur le sidérostat à lunette de* 60^{m} *de foyer et de* 1^{m},25 *d'ouverture*, en construction chez M. Gautier; enfin *Sur les travaux exécutés à l'observatoire du mont Blanc en* 1898, par M. J. Janssen.

2° Le volume de la *Connaissance des Temps pour* 1901, le 223e d'une Éphéméride qui n'a jamais souffert d'interruption depuis la publication du premier volume en 1679, par Picard.

L'année 1901 marquera, dans les annales de la *Connaissance des Temps*, une date importante. A la suite, en effet, des résolutions prises par la *Conférence internationale des étoiles fondamentales*, réunie sous les auspices du Bureau des Longitudes, à Paris, en 1896, il a été décidé d'établir les calculs des quatre principales Éphémérides astronomiques : *American Ephemeris, Berliner Jahrbuch, Connaissance des Temps* et *Nautical Almanac*, sur un même système de constantes et sur un même Catalogue d'étoiles fondamentales.

C'est en vertu de ces décisions que les constantes suivantes ont été adoptées dans le Volume actuel :

Nutation	9",21
Aberration	20,47
Parallaxe solaire	8,80

Les positions fondamentales ont été tirées du Catalogue fondamental, dressé par M. Newcomb, conformément aux vœux de la Conférence internationale.

En terminant, le Président du Bureau des Longitudes insiste sur l'intérêt de ces perfectionnements pour la prévision, trois années d'avance, des phénomènes astronomiques, non seulement pour les astronomes, mais surtout pour les navigateurs. Une opinion éminemment dangereuse, contre laquelle le Bureau des Longitudes doit réagir avec énergie, tend malheureusement à s'établir : c'est que les conditions nouvelles de la navigation dues à l'accroissement des vitesses, au perfectionnement des compas et des chronomètres, à l'installation des signaux d'atterrissage n'exigent plus autant qu'autrefois d'observations astronomiques en mer; certaines personnes, étrangères à la Marine, inclineraient même à méconnaître l'importance des observations et des calculs nautiques. De récents sinistres doivent rappeler à la réalité : plus la navigation devient rapide, plus les routes maritimes deviennent fréquentées, plus le navigateur doit exiger de précision, à chaque instant, dans la connaissance de la position de son navire.

La poursuite de la plus haute précision possible dans le calcul de nos Éphémérides n'a donc pas seulement un intérêt purement astronomique : c'est la sécurité de nos marins qu'elle assure, en même temps que l'honneur de la Science française.

Puissent les Pouvoirs publics apprécier avec clairvoyance et sympathie ce double rôle de nos publications et ne pas leur refuser l'aide nécessaire à leur progrès et au maintien de leur bonne renommée!

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (octobre 1898), faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^{m},318$ *d'ouverture;* par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoiles.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	Observ.
Nov. 7.....	*a*	— 2^{m}. 8^{s},39	— 1'. 1",3	16:16	R
7.....	*b*	— 0.50,38	— 1.57,3	25:18	S

Dates. 1898.	Étoiles.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	Observ.
		m s	′ ″		
Nov. 8.....	c	— 0.53,53	+15.10,1	15:10	R
8.....	c	— 0.51,82	+14.15,2	14:10	S
9.....	d	+ 2.33,87	— 2.22,6	15:18	R
9.....	d	+ 2.36,15	— 3.53,6	15:18	S
10.....	e	+ 0.38,41	— 3.21,8	12:12	S
10.....	e	+ 0.39,91	— 4.10,0	12:12	R
13.....	f	— 0.32,54	— 4.28,2	10:10	R
13.....	f	— 0.32,00	— 5. 3,9	10:10	S

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1898.	⋆	Ascens. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 7.	a	17.43.15,86	+ 2,09	+14.50.42,2	+ 5,0	⅓[2 Paris, 22755 + W₁ 822]
7.	b	17.42. 2,88	+ 2,09	+14.49. 2,9	+ 4,9	⅓[2 Paris, 22719 + W₁ 800]
8.	c	17.45. 7,16	+ 2,16	+12.47.39,7	+ 4,8	⅓[2 Schj., 6409 + W₁ 860]
9.	d	17.44.30,39	+ 2,19	+11.24.25,4	+ 4,3	Weisse₁ 842
10.	e	17.49. 4,34	+ 2,24	+ 9.48.24,1	+ 4,3	⅓[Munich, t. I, 14915 + 2 Paris, 22965]
13.	f	17.57. 5,14	+ 2,39	+ 5.23.14,3	+ 4,1	½[Munich, t. I, 15211 + B. B., t. VI, 3579]

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1898.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 7......	7.26.51	17.41. 9,56	1̄,671	+14.49.45,9	0,661
7......	7.59.51	17.41.14,59	1̄,685	+14.47.10,5	0,685
8......	6.55.50	17.44.15,79	1̄,647	+13. 2.54,6	0,651
8......	7. 8.58	17.44.17,50	1̄,657	+13. 1.59,7	0,660
9......	6.17. 4	17.47. 6,45	1̄,592	+11.22. 7,1	0,653
9......	6.38.59	17.47. 8,73	1̄,609	+11.20.36,1	0,659
10......	6. 8.33	17.49.44,99	1̄,604	+ 9.45. 6,6	0,643
10......	6.21.27	17.49.46,49	1̄,629	+ 9.44.18,4	0,654
13......	6.57.44	17.56.34,99	1̄,644	+ 5.18.50,2	0,699
13......	7. 7.33	17.56.35,53	1̄,651	+ 5.18.14,5	0,702

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète DQ (Witt) et des comètes Perrine-Choffardet et Chase, faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de* 0m,23 *d'ouverture;* par M. **F. Rossard.**

Dates. 1898.	Étoiles de comparaison.	ΔR.	ΔD.	Nombre de comparaisons.
	Planète DQ (Witt).			
		m s		
Sept. 8......	*a* 5605 BD — 6°	+ 0.12,72	— 1′.13″,7	12:20
8......	*b* 5608 BD — 6	— 0.22,37	— 2. 3,8	12:20
9......	*a* 5605 BD — 6	— 0.47,51	— 1.26,9	18:20
9......	*c* 5600 BD — 6	+ 0.37,09	— 4.53,1	18:20
14......	*d* 5579 BD — 6	— 0. 5,00	— 0.13,4	18:16
	Comète Perrine-Choffardet.			
Sept. 16......	*e* 1986 BD +29	+ 2.17,07	— 6.41,3	3: 4
19......	*f* 1879 BD +27	+ 1.17,79	+ 2. 5,2	18:20
	Comète Chase.			
Déc. 8......	*g* 2295 BD +25	+ 1.37,95	+ 3.40,3	18:20
8......	*h* 2297 BD +25	+ 0.51,18	— 1.58,8	18:20
8......	*i* 2298 BD +25	+ 0.47,88	— 7.39,8	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1898.	★	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Sept. 8-9.	*a*	20.46.37,28	+4,34	— 6°.18′.56″,3	+18″,3	Munich 26305
8.	*b*	20.47.12,00	+4,34	— 6.18. 8,3	+18,3	$Munich_1$ 26345
9.	*c*	20.45.12,44	+4,34	— 6.15.32,5	+18,2	$\frac{1}{3}$(W_1 1098 + Rumk. 8576 + $Mun._1$ 26222)
14.	*d*	20.41.15,72	+4,28	— 6.21.16,9	+17,9	$Munich_1$ 25947
16.	*e*	9.55.23,18	+2,39	+29.15.53,3	—13,2	Bonn VI 1986
19.	*f*	10.15.26,77	+2,32	+27.12.31,3	—13,7	$Weisse_2$ 255
Déc. 8.	*g*	10.40. 6,64	+4,38	+25. 1.11,1	—30,3	$\frac{1}{2}$($Weisse_2$ 772 + Cambr. 5487)
8.	*h*	10.40.53,39	+4,37	+25. 6.48,9	—30,3	$\frac{1}{2}$($Weisse_2$ 784 + Cambr. 5493)
8.	*i*	10.40.57,02	+4,37	+25.12.32,9	—30,3	$\frac{1}{2}$($Weisse_2$ 784 + Cambr. 5495)

Positions apparentes des astres observés.

Dates. 1898.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		Planète DQ.			
	h m s	h m s			
Sept. 8...	9.33.40	20.46.54,34	$\bar{3},274_n$	− 6°.19′.51″,7	0,829
8...	9.33.40	20.46.53,97	$\bar{3},274_n$	− 6.19.53,8	0,829
9...	7.58.48	20.45.54,11	$\bar{1},226_n$	− 6.20. 4,9	0,825
9...	7.58.48	20.45.53,87	$\bar{1},226_n$	− 6.20. 7,4	0,825
14...	9.27.14	20.41.15,00	$\bar{2},593_n$	− 6.21.12,4	0,829
		Comète Perrine-Choffardet.			
Sept. 16...	14.46. 4	9.57.42,64	$\bar{1},665_n$	+29. 8.58,8	0,799
19...	15.45.39	10.16.46,88	$\bar{1},667_n$	+27.14.22,8	0,767
		Comète Chase.			
Déc. 8...	16.37.15	10.41.48,97	$\bar{1},034_n$	+25. 4.21,1	0,452
8...	16.37.15	10.41.48,94	$\bar{1},034_n$	+25. 4.19,8	0,452
8...	16.37.15	10.41.49,27	$\bar{1},034_n$	+25. 4.22,8	0,452

ASTRONOMIE. — *Observations des essaims des Léonides et des Biélides, faites à Athènes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. M. Lœwy.

« L'observation des Léonides a été faite à Athènes, pendant les soirées du 12 au 13 et du 13 au 14 novembre, par un ciel assez beau. Dans la première soirée on a observé, depuis minuit jusqu'à $2^h 30^m$, cinq météores, appartenant aux Léonides. Pendant la seconde soirée, on a noté, depuis minuit jusqu'à $5^h 30^m$, trente-trois étoiles filantes, émanant de la constellation du Lion; l'ensemble des trajectoires de ces météores, tracées sur une carte par M. Tsapékos, donne comme radiant un cercle d'un rayon de 2° et dont le centre a les coordonnées suivantes :

$$\alpha = 146^\circ, \qquad \delta = 19^\circ.$$

Ces météores étaient, en grande partie, d'un éclat faible, rapides, et avec une traînée plus ou moins grande.

» Pendant la soirée du 14 au 15 novembre, le ciel était nébuleux; dans la soirée du 15 au 16, de minuit jusqu'à $2^h 30^m$, on n'a vu qu'un seul météore.

» L'observation des Biélides a été faite dans de très mauvaises conditions; la présence de nuages et de la Lune a beauconp gêné les observations. Pendant la soirée du 24 novembre, de 9^h à $10^h 30^m$, où le ciel était beau, on n'a vu aucun météore. Dans la soirée du 25 novembre, de 8^h jusqu'à minuit, on a noté cinq météores de la constellation d'Andromède. Leurs trajectoires, notées sur une carte par MM. Terzakis et Tsapékos, donnent un centre d'émanation vers $\alpha = 20°$, $\delta = 37°$.

» Pendant les nuits du 26 et du 27 novembre, depuis 7^h du soir jusqu'à 2^h du matin, on n'a vu aucun météore. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la recherche des singularités d'une fonction définie par un développement de Taylor.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. E. Picard.

« Le problème énoncé dans notre titre fut, croyons-nous, abordé *directement* pour la première fois par M. Hadamard, dans sa Thèse [1]. Malgré la beauté des résultats obtenus, ce travail resta d'abord isolé; quelques années plus tard, M. Fabry reprit et développa la méthode de M. Hadamard, dans une série de savants Mémoires [2]. Plus récemment, M. Leau et M. Le Roy ont, chacun de son côté, étudié la même question [3], par des méthodes qui se rattachent à la fois à mes recherches sur les séries divergentes [4] et à l'emploi de la représentation conforme, d'après M. E. Lindelöf [5].

» Mon but n'est pas d'aborder à mon tour un terrain où, comme on voit, divers géomètres se sont déjà engagés avec succès et continueront sans doute à obtenir d'importants résultats par des méthodes variées. Je

---

(1) *Journal de Mathématiques*, 1892.

(2) *Annales de l'École Normale*, 1896. — *Acta mathematica*, t. XXII. — *Journal de Mathématiques*, 1898.

(3) *Comptes rendus*, novembre et décembre 1898.

(4) *Journal de Mathématiques*, 1896, et *Comptes rendus*, même année, *passim*. — *Acta mathematica*, t. XXI.

(5) *Comptes rendus*, 1898. — *Acta Societatis Fennicæ*, 1898.

voudrais seulement présenter quelques réflexions générales sur certains de ces résultats ([1]) obtenus en étudiant la nature du $n^{\text{ième}}$ coefficient de la série de Taylor, considéré comme fonction analytique de n.

» Considérons la série $f(z) = \Sigma \alpha_n z^n$ et, pour plus de netteté, supposons, non seulement que le rayon de convergence est égal à *un*, mais encore que la série $\Sigma |\alpha_n|$ est convergente. On peut, d'une infinité de manières, déterminer une fonction analytique $\psi(x)$, telle que l'on ait $\alpha_n = \psi(n)$. *L'étude des points singuliers de $f(z)$, autres que $z = 1$ et $z = \infty$, ne dépend que de la manière dont $\psi(x)$ se comporte à l'infini.* C'est une conséquence d'un résultat obtenu, dans les Mémoires cités, pour le cas où $\psi(x)$ est régulière à l'infini. On pourra même ajouter qu'il suffit d'étudier $\psi(x)$ dans un certain voisinage de l'axe réel positif.

» On peut, en particulier, prendre pour $\psi(x)$ une fonction entière, et cela d'une infinité de manières. Nous poserons, pour fixer les idées,

$$\psi(x) = \frac{\sin \pi x}{\pi} \sum \frac{\alpha_n}{x - n}.$$

Cette fonction entière est, *en général, d'ordre* ([2]) égal à *un*. M. Leau a énoncé un résultat intéressant dans le cas où cet ordre est plus petit que un.

» Désignons par (C) un contour entourant le point $z = 0$, et à l'intérieur duquel $f(z)$ est holomorphe. On a

$$\alpha_n = \frac{1}{2i\pi} \int_C \frac{f(u)\,du}{u^{n+1}},$$

d'où

$$\psi(x) = \frac{\sin \pi x}{2i\pi^2} \int_C \varpi(u)\,\theta(x, u)\,du,$$

en posant

$$\theta(x, u) = \sum \frac{1}{(x - n)\,u^{n+1}}.$$

La fonction analytique $\theta(x, u)$ s'exprime aisément par une intégrale définie; il y aurait lieu d'en faire une étude approfondie, en la regardant comme fonction *des deux variables x et u*.

([1]) Voir les Mémoires cités de MM. Fabry, Leau, Le Roy, Lindelöf.

([2]) J'appelle, ici, *ordre* ce que j'ai appelé *ordre apparent* dans mon Mémoire *Sur les zéros des fonctions entières* (*Acta mathematica*, t. XX). Il n'y a pas intérêt ici à le distinguer de l'*ordre réel*, auquel il est égal, sauf dans le cas d'exception de M. Picard.

» Désignons maintenant, pour un instant, par $\psi(x)$ une fonction régulière pour x positif, et tendant, ainsi que sa dérivée, *vers une valeur déterminée,* lorsque x tend vers l'infini *à l'intérieur d'une certaine aire.* Désignons par Γ le contour qui limite cette aire, supposé renfermer à son intérieur toutes les valeurs réelles de x. On a évidemment

$$\alpha_n = \psi(n) = \frac{1}{2i\pi}\int_\Gamma \frac{\psi(u)\,du}{u-n},$$

et, par suite,

$$f(z) = \sum \alpha_n z^n = \frac{1}{2i\pi}\int_\Gamma \frac{\psi(u)}{z}\,\theta\left(u, \frac{1}{z}\right)du,$$

la fonction θ ayant la signification déjà donnée (¹).

» On voit quelle relation étroite est ainsi établie entre l'étude des singularités de $f(z)$ dans tout le plan et l'étude du point singulier essentiel unique de $\psi(x)$. On peut dire que ce dernier condense en lui seul toutes les singularités de $f(z)$; c'est un résultat analogue à celui que nous avions obtenu par l'introduction de la *fonction entière associée* (*loc. cit.*).

» Nous ne pouvons indiquer toutes les applications qui se présenteraient; signalons celles qui ont trait à un théorème de M. Hadamard, sur les séries de Taylor (*Comptes rendus,* mars 1897). Ce théorème, que j'ai complété dans une Note récente (*Comptes rendus,* novembre 1898), établit une relation entre les singularités des séries $\Sigma a_n z^n$, $\Sigma b_n z^n$, $\Sigma a_n b_n z^n$. Or, pour la fonction entière $f(x)$ correspondant à cette dernière série, on peut visiblement prendre le *produit* des fonctions entières correspondant aux deux premières. On sait donc ce que deviennent les singularités des séries de Taylor, lorsqu'on combine les fonctions entières correspondantes par voie d'addition ou de multiplication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles réductibles aux équations différentielles ordinaires.* Note de M. **Jules Beudon**, présentée par M. Appell.

« I. M. Riquier, dans sa Note du 21 novembre dernier, énonce un théorème d'après lequel tout système d'équations aux dérivées partielles, dont le degré de généralité est défini par un nombre fini de constantes

(¹) On peut déduire de cette formule des résultats analogues à ceux qui ont été indiqués par M. Le Roy au début de sa Note de la dernière séance, mais plus généraux.

arbitraires et une fonction *unique* d'un nombre quelconque de variables, peut être intégré par des équations aux différentielles totales formant un système passif.

» J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie ce résultat, sous une autre forme, dans ma Note du 31 janvier 1898 (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 388). Une partie de la démonstration de ce théorème a été publiée dans les *Annales de l'École Normale*, en juillet 1898; la seconde partie paraîtra prochainement dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*.

» II. On peut, d'ailleurs, établir la proposition suivante, dont mes précédents résultats ne sont qu'un cas particulier :

» *Le degré de difficulté de l'intégration d'un système d'équations aux dérivées partielles ne dépend pas du nombre des variables indépendantes, il est lié seulement au degré de généralité de la solution; deux systèmes quelconques ayant le même degré de généralité exigent, pour l'intégration, des opérations analogues.*

» Par exemple, la théorie de l'intégration d'un système d'équations aux dérivées partielles dont la solution générale dépend de deux fonctions arbitraires, chaque fonction ne contenant qu'un argument, est tout à fait analogue à celle des équations du second ordre à deux variables indépendantes. (Voir, pour cela, ma Thèse de Doctorat, *Annales de l'École Normale*, 1896.) »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination du groupe des équations numériques*. Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Nous avons obtenu les deux théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Soit l'équation algébrique irréductible*

$$f(x) = x^p + qA_1x^{p-1} + \ldots + qA_{p-1}x \pm q = 0 \quad (1)$$

(*p et q nombres premiers différents ou non, p impair,* $A_1, \ldots, A_{p-1}$ *entiers*). *On peut toujours déterminer une infinité de systèmes de valeurs des coefficients* $A_1, \ldots, A_{p-1}$ *de* (1) *de façon que l'équation* (1) *ait au moins* $2l+1$ *racines réelles et* 2 *racines imaginaires, et, par suite, que son groupe contienne le groupe alterné si* $l=1$ *quand* $p=5$ *et si* $p-1-2l<\varphi(p)$, $\varphi(p)$ *étant une fonction u de p telle que* $p = \frac{(4+u)\left(4+u\log\frac{u}{2}\right)}{4}$, *quand* $p>5$.

» Théorème II. — *L'équation irréductible*

$$x^{2\rho} \pm qx \pm q = 0 \qquad (q \text{ premier})$$

a son groupe G *d'ordre* $\mathcal{G} \equiv 0\,[\bmod 2\rho(2\rho-1)]$, *sauf peut-être pour des valeurs de q limitées en fonction de* ρ. *Si* $2\rho - 1$ *est premier,* G *est deux fois transitif, sauf peut-être pour les mêmes valeurs de q.*

» Le théorème I est une conséquence de la propriété suivante établie par nous dans les *Mémoires de l'Association française pour l'avancement des Sciences* (Congrès de Saint-Étienne, 1897) :

» Si $f(x) = 0$ est une équation algébrique à coefficients rationnels ordinaires, dont les racines $x_1, \ldots, x_n$ sont distinctes, et si $x_1, x_2, \ldots, x_{2\nu-1}$, $x_{2\nu}$ sont ses racines imaginaires, x_{2k-1} et x_{2k} étant conjuguées quand $k \leqq \nu$, le groupe de l'équation contient la substitution

$$(x_1 x_2)\ldots(x_{2\nu-1} x_{2\nu}). \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes composées de parties rectilignes.* Note de M. **D. Gravé**, présentée par M. Picard.

« Prenons le système de numération de base $n = 2m - 1$, où m est un nombre entier positif, et considérons les valeurs de la variable indépendante x contenues dans l'intervalle $(0, 1)$.

» Écrivons x dans ce système de numération

$$x = 0, a_1 a_2 a_3 \ldots = \frac{a_1}{n} + \frac{a_2}{n^2} + \frac{a_3}{n^3} + \ldots,$$

où a_1, a_2, a_3 sont des chiffres, c'est-à-dire des nombres entiers satisfaisant aux inégalités

$$0 \leqq a_1 < n, \qquad 0 \leqq a_2 < n, \qquad \ldots.$$

» La fraction $0, a_1 a_2 a_3 \ldots$ peut avoir évidemment un nombre limité ou infini des chiffres.

» Deux circonstances peuvent se présenter : 1° tous les chiffres sont pairs; 2° il existe au moins un chiffre impair.

» Si tous les chiffres sont pairs,

$$a_1 = 2b_1, \qquad a_2 = 2b_2, \qquad a_3 = 2b_3, \qquad \ldots$$

(nous considérons le chiffre 0 comme un nombre pair dont la moitié est

aussi o), prenons pour valeur de la fonction $y = f(x)$ la fraction

$$o, b_1 b_2 b_3 \ldots,$$

en considérant cette fraction dans le système de numération de base m, c'est-à-dire

$$y = \frac{b_1}{m} + \frac{b_2}{m^2} + \frac{b_3}{m^3} + \ldots.$$

» Dans le cas où la fraction o, $a_1 a_2 a_3 \ldots$ a des chiffres impairs, arrêtons la fraction au premier chiffre impair a_k,

$$o, \quad a_1 a_2 a_3 \ldots a_{k-1} a_k$$

et prenons pour valeur de la fonction $f(x)$,

$$y = o, b_1 b_2 b_3 \ldots b_{k-1} b_k,$$

où

$$b_1 = \frac{a_1}{2}, \qquad b_2 = \frac{a_1}{2}, \qquad b_3 = \frac{a_3}{2}, \qquad \ldots, \qquad b_{k-1} = \frac{a_{k-1}}{2}, \qquad b_k = \frac{a_k + 1}{2},$$

la base étant m.

» La fonction $f(x)$ ainsi définie jouit de propriétés fort singulières. Cette fonction n'a pas de dérivée pour une infinité de valeurs de x. Pour les autres valeurs de x, la dérivée $f'(x)$ est nulle.

» Elle est continue et varie de o à 1 quand x parcourt toutes les valeurs de l'intervalle (o, 1).

» La fonction $f(x)$ est évidemment intégrable. Il est aisé de calculer les valeurs de l'intégrale

$$\omega(x) = \int_0^x f(x)\, dx$$

pour toutes les valeurs de x.

» La nouvelle fonction $\omega(x)$ a la propriété remarquable d'avoir des valeurs rationnelles pour les valeurs rationnelles de x.

» Les lignes déterminées par la fonction $y = \omega(x)$ sont composées d'une infinité de parties rectilignes, ce qui les rapproche des polygones. Mais ces lignes ont la propriété essentielle des lignes courbes, d'avoir pour chaque point une tangente bien déterminée qui change de direction d'une façon continue quand le point de contact parcourt la ligne.

» Nous pouvons nommer les lignes singulières déterminées par la fonction $y = \omega(x)$ *courbes polygonales*.

» On peut établir pour les courbes polygonales la notion du sens de la concavité en considérant l'accroissement de la dérivée $\omega'(x) = f(x)$.

» La notion de courbure au sens ordinaire du mot n'existe pas pour une infinité de points où la dérivée seconde $\omega''(x) = f'(x)$ n'existe pas.

» On peut étendre les mêmes considérations aux surfaces dans l'espace. Nous parvenons aux surfaces composées de parties planes, qui ont néanmoins la propriété des surfaces courbes d'avoir pour chaque point un plan tangent bien déterminé, changeant de direction d'une façon continue quand le point de contact se déplace d'une façon continue sur la surface.

» Un exemple de pareilles surfaces, qu'on peut appeler *surfaces polyédrales,* est donné par l'équation

$$z = \omega(x) + \omega(y),$$

où $\omega(x)$ est la fonction définie plus haut. La surface est bien déterminée pour les valeurs de x et de y satisfaisant aux conditions

$$(\star) \qquad 0 \leqq x \leqq 1, \qquad 0 \leqq y \leqq 1.$$

» Les dérivées $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$ existent pour toutes les valeurs de x et de y du domaine $(\star)$ et sont continues.

» Il est nécessaire d'ajouter que les dérivées

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$$

n'existent pas pour une infinité de points, tandis que la dérivée

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x \, \partial y}$$

existe pour tous les points du domaine $(\star)$ et a une valeur nulle. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'isochronisme pratique des régulateurs.* Note de M. L. LECORNU, présentée par M. H. Léauté.

« Il est évident qu'avec un régulateur donné, agissant sur une valve donnée, on peut, en choisissant convenablement le mode de liaison, se rapprocher à volonté de l'isochronisme théorique; il suffit pour cela de faire en sorte que l'ouverture en grand et la fermeture de la valve correspondent à deux positions du manchon très voisines l'une de l'autre. Mais,

en pratique, on doit tenir compte des résistances passives, et l'on est alors conduit à se demander jusqu'à quelle limite peut avantageusement descendre l'écartement des deux positions extrêmes. Voici comment je propose de répondre à cette question.

» Soit ω la vitesse normale de l'arbre du régulateur. A l'état de régime, l'équation d'équilibre relatif est $A\omega^2 + B = 0$, A et B désignant des fonctions déterminées de la hauteur z du manchon. On peut toujours faire en sorte que, dans B, le poids du manchon figure avec un coefficient égal à l'unité. Soit F la résistance éprouvée par le manchon dans son déplacement, résistance qui change de sens avec le déplacement lui-même. Nous admettrons que cette résistance est sensiblement indépendante de z. Soit $2h$ le parcours total. Pour la position supérieure, A et B prennent de nouvelles valeurs que nous représenterons par $A + \alpha h$, $B + \beta h$, en appelant α et β les dérivées $\frac{dA}{dz}$, $\frac{dB}{dz}$ et négligeant les termes qui dépendent des puissances de h supérieures à la première. Soit enfin $\omega^2(1+\varepsilon)$ la plus grande valeur du carré de la vitesse; ε est un très petit nombre. L'équation qui donne ε est

$$(A + \alpha h)(1 + \varepsilon)\omega^2 + B + \beta h + F = 0.$$

En tenant compte de la relation $A\omega^2 = -B$ et négligeant $\alpha h \varepsilon$ en présence de αh, il vient

$$B\varepsilon = (\alpha\omega^2 + \beta)h + F.$$

La même équation s'appliquerait à la plus petite valeur du carré de la vitesse, ε, h et F étant simplement changés de signes.

» La résistance F se compose de deux parties : l'une, F_1, due au régulateur lui-même, est indépendante de la course $2h$; l'autre, F_2, provenant de la valve, peut être considérée comme égale à $\frac{T}{h}$, $2T$ désignant le travail nécessaire pour faire passer la valve de l'ouverture complète à la fermeture. Nous écrirons donc

$$B\varepsilon = (\alpha\omega^2 + \beta)h + F_1 + \frac{T}{h}.$$

» Puisque nous voulons rendre ε le plus petit possible, il faut choisir h de manière à avoir un minimum de la somme $(\alpha\omega^2 + \beta)h + \frac{T}{h}$, ce qui donne $h^2 = \frac{T}{\alpha\omega^2 + \beta}$.

» Ce résultat est susceptible d'une interprétation assez simple. Si, en

effet, laissant constante la vitesse de rotation ω, on oblige, avec la main, le manchon à se relever d'une hauteur h, il faut, pour qu'il reste en équilibre dans cette position, sans tendance à monter ou à descendre, exercer sur lui un effort X déterminé par l'équation $(A + \alpha h)\omega^2 + B + \beta h = X$, d'où $X = (\alpha\omega^2 + \beta)h$. La condition de minimum revient donc à poser $X = \frac{T}{h}$, c'est-à-dire $X = F_2$. D'après cela :

» *Pour que l'écart entre les vitesses extrêmes admises par le régulateur soit le plus petit possible, il faut que, le manchon étant amené à bout de course, sans changement de la vitesse de rotation, l'effort de rappel exercé sur lui par les forces directement appliquées (pesanteur, tension des ressorts, etc.), composées avec la force centrifuge, fasse équilibre à la résistance de la valve.*

» Le binome $S = \alpha\omega^2 + \beta$, qui mesure le rapport entre la force de rappel X et le déplacement correspondant, peut être nommé le *coefficient de stabilité* du régulateur. La formule $h^2 = \frac{T}{S}$ conduit alors à cet autre énoncé :

» *Quand l'isochronisme pratique est rendu aussi parfait que possible, le carré de la demi-course du manchon est égal au travail* T, *nécessaire pour produire le demi-déplacement de la valve, divisé par le coefficient de stabilité.*

» Cette condition étant remplie, on a $\varepsilon = \frac{F_1 + 2\sqrt{ST}}{B}$. Tel est le degré d'isochronisme qu'il est impossible de dépasser. Pour un régulateur théoriquement isochrone, S est nul et ε se réduit à $\frac{F_1}{B}$: le maximum d'isochronisme est donc, en pareil cas, indépendant de la résistance de la valve. Mais ce maximum ne peut être réalisé, car il exigerait une course de manchon infinie. Au lieu de prendre pour S une valeur nulle ou trop faible, qui exposerait à de continuelles oscillations, on doit réduire les valeurs de F et T, lesquelles dépendent des résistances passives, et augmenter dans la mesure du possible le dénominateur B, qui mesure la puissance du régulateur. »

PHYSIQUE. — *Sur le rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz.* Note de M. **Louis Boltzmann.**

« Clausius (¹), le premier, a donné la valeur $k = 1\frac{2}{3}$ pour le rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz, comme se déduisant de la théorie ciné-

(¹) *Pogg. Ann.*, vol. C, p. 379; 1857.

tique dans le cas où les molécules du gaz sont de simples points matériels ou des sphères rigides élastiques. Plus tard, Maxwell ([1]) a trouvé $k = 1\frac{1}{3}$ pour les gaz dont les molécules peuvent être considérées comme des corps rigides élastiques, n'ayant pas la forme de sphères.

» J'ai calculé, à mon tour ([2]), le rapport k, dans l'hypothèse que les molécules sont composées d'un nombre quelconque de points matériels, vibrant indépendamment les uns des autres; le résultat a été généralisé par Maxwell ([3]), pour le cas où les molécules seraient des systèmes matériels quelconques, caractérisés par des coordonnées généralisées. Si n est le nombre de *degrés de liberté* et ε le rapport du travail moyen des forces moléculaires à la force vive moyenne du centre de gravité des molécules, on a

$$k = 1 + \frac{2}{n + 3\varepsilon}.$$

» J'ai alors corrigé ([4]) deux erreurs dans le second Mémoire de Maxwell et je suis, à ce que je crois, le premier qui ait dirigé l'attention sur le fait, que la valeur c trouvée par Maxwell dans son premier Mémoire, pour le cas où les molécules se comportent comme des corps rigides élastiques, n'est juste que si la forme des molécules diffère de celle des corps de révolution, et que, dans ce dernier cas, on trouve $k = 1,4$ ([5]).

» On suppose, dans tous ces calculs, qu'il s'agit d'un gaz *parfait* ou *idéal*, c'est-à-dire d'un gaz qui obéit aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac (Boyle-Charles). Pour un tel gaz, il résulte de la formule (1) que k ne peut avoir la valeur $1\frac{2}{3}$ que si les molécules se comportent comme de simples points matériels ou comme des sphères parfaites, parce que, dans tout autre cas, on a $n > 3$ et ε ne peut pas être négatif. Pour les nouveaux gaz découverts par M. Ramsay, la température critique est si basse que, sans le moindre doute, ces gaz sont, à la température ordinaire, assez voisins de l'état gazeux parfait, et puisque pour eux la valeur de k est $1\frac{2}{3}$, il résulte de la théorie cinétique des gaz que leurs molécules se comportent comme des sphères parfaites, en ce qui concerne leurs chocs moléculaires.

---

(1) *Phil. mag.*, 4e série, vol. XX, p. 36; 1860.

(2) *Sitz. Ber. d. Wien. Acad. d. Wissensch.*, II, vol. LIII, p. 209; 1866; vol. LVIII, p. 559; 1868; vol. LXIII, p. 418; 1871; vol. LXVI, p. 361; 1872, etc.

(3) *Cambr. phil. trans.*, vol. XII, part. 3, p. 547; 1879. — *Scient. pap.*, II, p. 713.

(4) *Sitz. Ber. d. Münchn. Acad. d. Wissensch.*, vol. XXII, p. 331; 1892.

(5) *Sitz. Ber. d. Wien. Acad. d. Wissensch.*, vol. LXXIV, p. 553; 1876. *Wied. Ann.*, vol. CLX, p. 175; 1877.

» Nous ne pouvons pas nous former une idée précise de la nature d'un atome. Mais il faut remarquer que, pour la plupart des gaz parfaits, dont la diatomicité est démontrée par des raisons de chimie, on a $k = 1,4$, c'est-à-dire précisément la valeur exigée par la théorie pour un gaz dont les molécules sont des corps rigides de révolution. C'est ce qui donne une grande probabilité à l'hypothèse de M. Ramsay, d'après laquelle il faut se représenter les deux atomes de la molécule de ces gaz comme deux boules sphériques réunies entre elles presque rigidement, comme les boules des haltères des gymnastes, qui forment en effet un corps rigide de révolution.

» Cette hypothèse est appuyée par un fait bien connu. Les chimistes avaient soupçonné depuis longtemps que la molécule de la vapeur de mercure est monoatomique, et c'est pourquoi M. Baeyer a engagé M. Kundt à déterminer k pour cette substance à la température de l'ébullition. Les expériences que M. Kundt a exécutées avec M. Warburg (¹) ont donné, en effet, la valeur $1\frac{2}{3}$ prévue par la théorie. M. Leduc (²) doute de la validité de cet argument pour la théorie, parce que la vapeur de mercure n'est pas très voisine de l'état de gaz parfait à la température de l'ébullition du mercure. La valeur de k pourrait être plus petite dans cet état et la grande valeur de k trouvée par MM. Kundt et Warburg pourrait être due à l'écart par rapport à l'état de gaz parfait. On ne peut pas réfuter absolument ces doutes de M. Leduc, parce qu'on ne peut pas tenir exactement compte de l'effet de cet écart. Selon une formule que j'ai déduite (³) de la loi de Van der Waals, cet écart ne pourrait qu'amoindrir et jamais augmenter la valeur de k; mais cette formule serait seulement concluante s'il était démontré que la vapeur de mercure obéit à la loi de Van der Waals avec assez d'exactitude.

» Pour décider la question posée par M. Leduc, il faudrait faire des expériences avec la vapeur de mercure à des températures beaucoup plus élevées et à des pressions très faibles. Les doutes de M. Leduc seraient réfutés si k était constamment égal à $1\frac{2}{3}$. Mais, dès à présent, il n'est pas très probable que les écarts de la vapeur de mercure par rapport à l'état gazeux parfait soient assez grands pour augmenter la valeur de k de $1,4$ ou d'une valeur encore moindre jusqu'à $1\frac{2}{3}$, et que le bel accord de la valeur prévue par la théorie avec l'expérience ne soit qu'un hasard.

(¹) *Pogg. Ann.*, vol. CLVII, p. 355; 1876.
(²) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 662; 31 octobre 1898.
(³) *Vorles. ü. Gastheorie,* II. Theil, p. 53; 1898. Leipzig, Barth.

» Certainement ce doute de M. Leduc n'est pas applicable aux gaz découverts par M. Ramsay, parce que ces gaz sont sûrement très voisins de l'état gazeux parfait.

» M. Leduc dit (*loc. cit.*) qu'on a enseigné, d'après moi, que, pour les gaz triatomiques, k serait égal à $1\frac{1}{3}$. Mais déjà en 1883, je dis [1], après avoir énuméré les gaz pour lesquels on a $k = 1\frac{1}{3}$: « Les gaz dont les molé-
» cules ont trois atomes ou plus se comportent tout à fait autrement, ce qui
» est évident par les expériences de Wüllner [2]. Mais pourtant il semble
» presque que, pour ces gaz, k s'approche de la valeur $1\frac{1}{3}$ pour des tempé-
» ratures très basses; dans ce cas, leurs molécules se comporteraient, à des
» températures très basses, à peu près comme des corps rigides, n'ayant pas
» la forme des corps de révolution; mais, à des températures plus élevées,
» le lien des atomes serait relâché ou une autre variation d'état consom-
» merait plus d'énergie. »

» Seulement, pour la chlorine, la vapeur du brome et de la jadine, je trouve probable, dans une certaine mesure, que k est constamment égal à $1\frac{1}{3}$ dans un certain intervalle de température, comprenant celle des expériences. L'incertitude de tous ces nombres est encore augmentée, parce que tous ces gaz ne sont plus très voisins de l'état gazeux parfait.

» Je veux dire, par la phrase citée, que la variabilité de k avec la température peut être expliquée par des mouvements internes atomiques ou électriques, dont le travail doit causer, en général, d'après la théorie, une variabilité de k avec la température. A des températures plus basses, il faudrait que la communication de l'énergie à ces mouvements internes fût si lente qu'ils ne se missent plus en équilibre des forces vives pendant la durée du temps des expériences, et que, en conséquence, les molécules se comportent comme des corps rigides. A ces températures, on aurait ainsi $k = 1\frac{2}{3}$, $k = 1,4$ ou $k = \frac{1}{3}$, suivant que ces corps seraient des sphères, d'autres corps de révolution ou d'une forme différente. Mais jamais les mouvements intérieurs ne peuvent avoir pour résultat que k soit plus grand qu'une de ces valeurs pour des molécules de la forme en question. Une augmentation de k, de 1,4 à $1\frac{2}{3}$, pour un gaz parfait, dont les mouvements moléculaires intérieurs ne prennent plus part à l'équilibre des forces vives, ne peut avoir lieu que si la forme des molécules passe, avec température décroissante, de celle d'un corps non sphérique à celle d'une

---

(1) *Wied. Ann.*, vol. XVIII, p. 310; 1883.
(2) *Wied. Ann.*, vol. IV, p. 231; 1878.

sphère, ce qui est extrêmement improbable. Aussi un décroissement continu de k, sous la valeur 1,4, avec la température, pour un gaz parfait, n'a pas été observé jusqu'à présent.

» Nous avons considéré les atomes (par exemple, ceux de l'argon) comme des sphères rigides, les molécules diatomiques (par exemple, celles de l'hydrogène) comme deux sphères rigidement unies. Il est peu probable que les uns se comportent exactement comme des billes de billard, les autres comme les haltères des gymnastes. Sans doute aussi les atomes sont composés. Seulement leurs composants sont arrangés symétriquement autour d'un centre et si fortement reliés que l'atome se comporte comme une sphère exacte, à l'égard du choc mutuel dans les gaz, et que chaque choc attaque l'atome entier et ne donne naissance à des mouvements intérieurs électriques qu'en un temps beaucoup plus long que celui des expériences. A des températures très élevées, certainement aux températures où le gaz rayonne sensiblement, les mouvements intérieurs ou électriques font partie de l'équilibre total des forces vives et k diminue.

» Nous ne savons pas si l'atome de la chlorine ou du soufre n'est pas beaucoup plus complexe que celui de l'hydrogène. Si nous concluons que la molécule de l'argon est un simple atome, cela ne veut pas dire qu'elle est indivisible au sens philosophique. Nous ne pouvons non plus dire si sa composition est de la même complexité que celle de l'atome d'hydrogène, ou plutôt que celle de l'atome de soufre. Nous voulons seulement dire que les forces qui contiennent une molécule d'argon sont plutôt de l'ordre de grandeur de celles qui contiennent différentes parties d'un atome simple d'oxygène ou de soufre, que de celles qui contiennent les deux atomes d'une molécule d'hydrogène ou les atomes de l'ammonium ou du cyanogène.

» Nous arrivons aux conclusions suivantes :

» 1. La molécule d'un gaz parfait pour lequel on a $k = 1\frac{1}{3}$ doit se comporter à l'égard des chocs moléculaires comme une sphère rigide, ce qui, probablement, n'est possible que pour des gaz monoatomiques.

» 2. La molécule d'un gaz parfait pour lequel on a $k = 1,4$ dans un intervalle de température étendu, se comporte comme deux sphères rigidement reliées entre elles, ce qui, probablement, n'arrive que pour des gaz diatomiques.

» 3. Chaque molécule et même chaque atome est capable de vibration en des parties internes ou électriques. Par conséquent, k diminue et devient variable aussi pour des gaz parfaits à de hautes températures. Pour les gaz

triatomiques et polyatomiques, cela a déjà lieu aux températures ordinaires.

» 4. Pour un gaz imparfait, qui suit la loi de Van der Waals, k est toujours plus petit que pour un gaz parfait, dont la molécule est de la même constitution et a les mêmes qualités internes. Mais, la loi de Van der Waals n'étant qu'une première approximation, nous ne pouvons pas savoir si ce théorème est vrai en général, et la théorie des gaz imparfaits est encore tout à fait incertaine.

» Si des expérimentateurs se trouvaient engagés par ces lignes à tenter de nouvelles expériences afin de déterminer k pour l'argon, la vapeur de mercure, la chlorine, l'air, l'hydrogène, etc. à des températures et à des pressions aussi différentes que possible, ce serait là, à mes yeux, le résultat le plus désirable de ces considérations théoriques. »

PHYSIQUE. — *Sur un curieux phénomène d'adhérence des limailles métalliques sous l'action du courant électrique* (¹). Note de M. **Thomas Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Occupé depuis quelque temps à des recherches sur les cohéreurs ou radio-conducteurs, dont je résumerai les résultats dans un prochain Mémoire, je viens d'observer un phénomène assez étrange et curieux, qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalé.

» J'avais construit, de la façon suivante, ce que l'on appelle aujourd'hui un *cohéreur élémentaire :* un petit pendule était suspendu à un support au moyen d'un fil métallique très fin, lié à l'un des pôles de la source d'électricité; la boule du pendule, en laiton nickelé, avait 1^{cm} de diamètre; au-dessous, à une distance de quelques millimètres, un disque de cuivre de 4^{cm} de diamètre soudé à une tige élastique de cuivre, fixée à un support mobile et liée à l'autre pôle. Le disque étant maintenu horizontal et le petit pendule perpendiculaire à son centre, je déposais sur le disque une pincée de limaille de nickel, et je faisais descendre le pendule jusqu'à ce qu'il effleurât la limaille.

» Pour mes expériences, le cohéreur ainsi formé était en circuit avec un accumulateur, une résistance, un commutateur et un relais très sensible; ce dernier agissait pour ouvrir et fermer un autre circuit contenant une

---

(¹) Genève, laboratoire de Physique de l'Université.

autre boîte de résistance, deux accumulateurs et une petite lampe bijou à incandescence. A chaque étincelle de l'oscillateur placé à l'autre bout de la salle, la petite lampe s'allumait, et s'éteignait au plus léger mouvement du pendule.

» Or, j'observais qu'en abaissant le disque il subsistait entre la boule et la limaille un mince fil brillant, qui, regardé à la loupe, s'est trouvé formé de grains de limaille adhérant l'un à l'autre, sans rigidité, formant ainsi une espèce de chaînette mobile et flexible, par laquelle le courant continuait à passer; la lampe restant toujours allumée, en évitant les secousses, je suis arrivé à produire des chaînettes de près de 2^{cm}; mais il ne s'en formait toujours qu'une seule. Si la chaînette se casse en bas, et si l'on fait toucher au sommet du petit tas de limaille le bout qui pendant quelque temps reste encore adhérent au pendule, immédiatement le courant commence à passer et la petite lampe se rallume. Si l'on interrompt le courant, la chaînette adhère encore pendant quelques instants, puis se détache et se détruit. On n'a qu'à approcher légèrement la limaille du pendule et à éloigner doucement celui-ci pour former une autre chaînette.

» J'ai essayé des limailles de différents métaux et alliages, et j'ai pu ainsi établir approximativement la série suivante, où les métaux sont rangés selon l'ordre décroissant de la propriété adhésive que je viens de signaler :

1er groupe, très adhérents.	Argent.	
	Nickel.	
	Cobalt.	
	Aluminium cuivreux.	Al 94, Cu 6 pour 100.
	Laiton.	
	Bronze d'aluminium.	Al 10, Cu 90 pour 100.
	Platine.	
	Or.	
2e groupe, peu adhérents.	Aluminium.	
	Zinc.	
	Cuivre.	
3e groupe, très peu adhérents.	Étain.	
	Étain et plomb (soudure).	
	Plomb.	
	Cadmium.	
	Aluminium silicieux.	Al 94, Si 6 pour 100.

4e groupe, pas adhérents ou presque pas.	Bismuth. Fonte de fer. Fer. Magnésium. Antimoine.

» *N. B.* — On pourrait placer le platine et l'or, à cause de leur poids spécifique, entre l'argent et le nickel. On voit que la propriété adhésive varie en sens contraire de l'oxydabilité.

» Il me semble que cette observation peut avoir quelque valeur pour l'étude de la variation de conductibilité des limailles métalliques dans les cohéreurs. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'arc à courants alternatifs* (1). Note de M. **A. Blondel**, présentée par M. Cornu.

« Dans deux précédents Mémoires (2), j'ai fait connaître les propriétés principales de l'arc à courants alternatifs. J'ai repris, à titre de vérification, cette étude avec l'aide des *oscillographes* imaginés il y a quelques années (3) et qui indiquent à chaque instant de la période les valeurs vraies des régimes; les phototypes ci-joints, qui constituent la première publication de ce genre (4), donnent les courbes de l'intensité du courant dans l'arc et de la différence de potentiel entre les pointes des crayons dans leurs phases relatives et rapportées à un même axe des temps, tracé par l'appareil.

» Le déplacement du point lumineux proportionnel au temps, étant produit par un moteur synchrone entraîné par la même source d'énergie qui alimente l'arc, on peut inscrire après coup, si l'on veut, sur la même plaque, la courbe de force électromotrice totale du circuit d'alimentation, comme on le voit sur la *fig.* 20.

» Le courant était fourni par le réseau du Secteur de la Rive gauche, qui joue le

---

(1) Travail exécuté au Laboratoire central d'Électricité, grâce à l'hospitalité de la Société des Électriciens.

(2) La *Lumière électrique*, 19 décembre 1891 et 6 septembre 1893, complétée, au sujet du décalage, dans l'*Industrie électrique*, 1895; p. 329.

(3) Cf. *Comptes rendus*, 6 mars et 10 avril 1893.

(4) Ces relevés photographiques ont été exécutés sous ma direction par mes assistants, MM. Dobkévitch et Tchernosvitoff, ingénieurs électriciens, à qui je tiens à exprimer ici tous mes remercîments pour leur habile et dévoué concours.

rôle d'une source alternative à 110 volts efficaces et à 42 périodes par seconde, de résistance et de self-inductance négligeables. La *fig.* 1 montre la force électromotrice de ce secteur, inscrite à une échelle plus réduite que les courbes suivantes, et le courant obtenu sur un circuit inductif sans arc (le décalage est sensiblement de $\frac{1}{4}$ de période). On mettait en dérivation sur ce réseau une lampe à arc à main, à charbons très courts (pour diminuer leur résistance), en série soit avec une résistance morte, soit avec une bobine de self-induction, suffisante pour réduire, dans les deux cas, l'intensité du courant à une valeur voisine de 10 ampères. Les *fig.* 1 à 20 sont une reproduction héliographique directe des courbes ainsi obtenues. Les lettres E, U, I, ajoutées au burin sur les clichés, désignent respectivement les courbes de force électromotrice, de différence de potentiel entre pointes et d'intensité de courant. On doit les lire de gauche à droite (sauf la *fig.* 20 où le sens a été inversé), l'axe horizontal étant celui des temps croissants dans cette direction.

» Le Tableau ci-joint résume les conditions de production de l'arc : nature des crayons, diamètre, écart des pointes, voltage entre pointes et intensité de courant relevés à l'aide d'appareils de mesure caloriques.

» Ces expériences ont vérifié parfaitement tous les résultats de ma précédente étude et permettent d'en tirer les mêmes conclusions, notamment les suivantes :

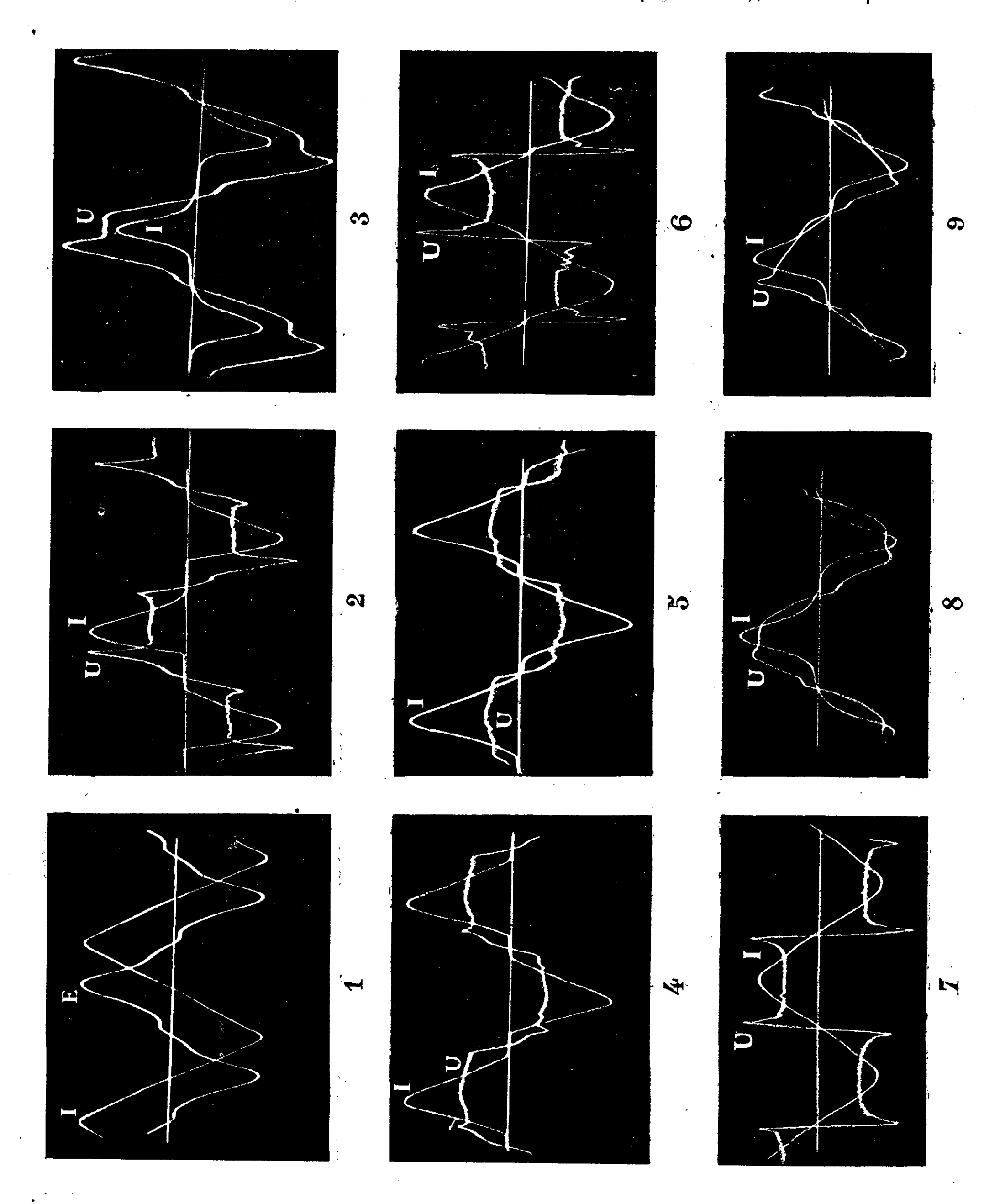
» Le phénomène de l'arc alternatif peut être extrêmement différent suivant les circonstances et donne lieu à une infinie variété de courbes dont je ne reproduis ici qu'un petit nombre d'échantillons. Mais, en définitive, les facteurs essentiels sont la *nature des charbons* (homogène, ou à mèche) et la *nature du circuit* qui les contient (inductif ou non inductif).

» En ce qui concerne les charbons, les seuls qui donnent lieu à un phénomène parfaitement défini, que nous appellerons *l'arc normal*, sont les charbons homogènes purs, contenant très peu de sels minéraux, (*fig.* 2 à 7 inclus), les charbons à mèche ne donnent qu'un phénomène bâtard.

» 1° *Charbons homogènes.* — Pour les charbons homogènes, l'influence de la nature du circuit est des plus nettes; en effet, suivant que le circuit est non inductif ou fortement inductif, on obtient les deux types très différents de courbes caractéristiques des *fig.* 2 et 6 respectivement, lesquelles s'interprètent aisément, comme je l'ai montré (¹), par les phénomènes de vaporisation et d'arrachement disruptif du carbone. Ce dernier effet est nécessaire pour rallumer l'arc à chaque changement de signe et se traduit par un bec de la courbe de tension U, sauf pour les arcs très courts (*fig.* 5); il y a aussi assez souvent à la fin de chaque alternance, surtout lorsque l'arc est sifflant ou ronflant (*fig.* 2 et 6), un second bec qui disparaît dans les arcs plus

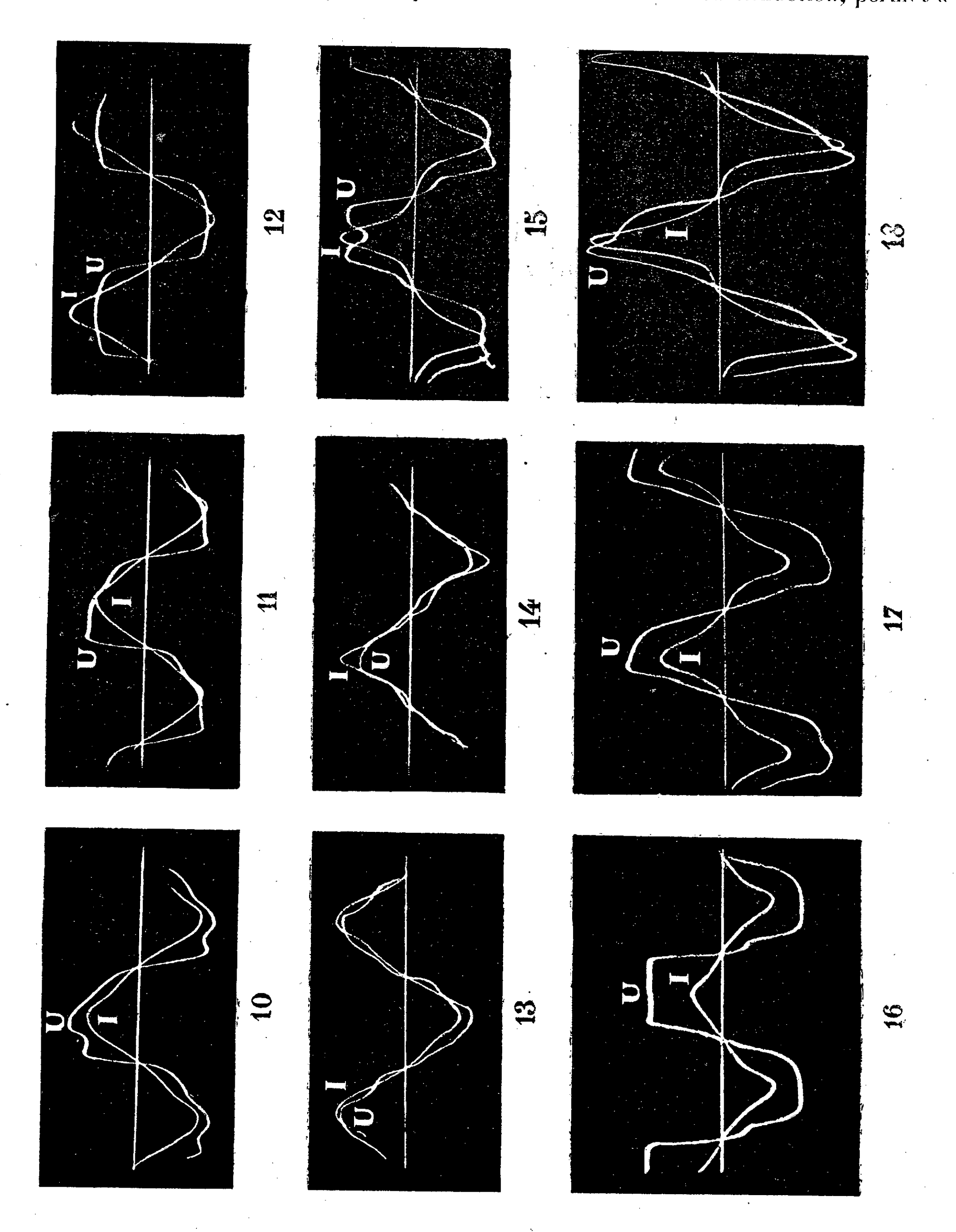
(¹) *Loc. cit.*

silencieux, ou quand on diminue l'écart des charbons (*fig.* 4 et 5), ou enfin quand on



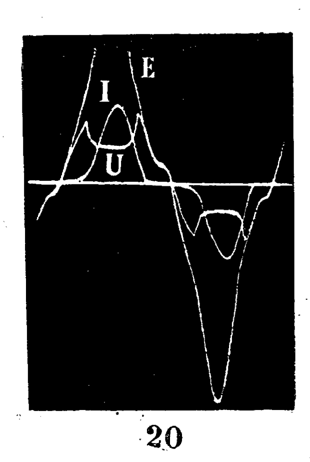
ajoute une âme légèrement saline (*fig.* 3). La grande différence entre les circuits non inductifs et les circuits inductifs, c'est que dans les seconds le retard du courant

sur la force électromotrice produit par l'effet ordinaire de la self-induction, permet à



la tension de reprendre très rapidement après chaque changement de signe une valeur suffisante pour rallumer l'arc en sens inverse, tandis que dans les circuits non

inductifs, et surtout si l'arc siffle (¹), la différence de potentiel aux bornes suit pendant l'extinction la courbe arrondie de la force électromotrice de la source sur une certaine longueur, comme le montre par exemple la *fig.* 20.



20

» 2° *Charbons à âme.* — L'addition d'une âme ou mèche, formée de poudre de charbon mélangée à des silicates ou substances analogues, change complètement les conditions de fonctionnement par la production dans l'arc de vapeurs salines conductrices, qui entretiennent une conductibilité artificielle. Celle-ci tend à ramener toutes les courbes à la forme simplement sinusoïdale, ou arrondie (*fig.* 13, 14, 17), comme si l'arc n'était qu'une résistance morte; les charbons à mèche n'ont donc que peu d'intérêt pour le physicien. Du reste, suivant qu'ils contiennent plus ou moins de matières salines, ou même que la mèche s'est plus ou moins vidée en cours de fonctionnement (²), leurs courbes se rapprochent davantage soit de la sinusoïde (*fig.* 8, 13, 14, 17), soit au contraire des formes de l'arc normal (*fig.* 3, 9, 10, 11, 12, 16). La différence entre les formes de courant des circuits inductifs ou non inductifs reste assez caractéristique.

» Ayant déjà donné dans les travaux cités plus haut une description complète de toutes ces formes de courbes et fait leur étude quantitative, notamment au point de vue du *facteur de puissance* de l'arc, je n'insisterai pas davantage sur les propriétés de l'arc alternatif; j'ai voulu seulement

---

(¹) Le sifflement de l'arc produit par excès de densité de courant peut faire réapparaître quelquefois le trait horizontal dans un arc sur circuit inductif, comme je l'ai montré dans mon précédent travail, mais c'est un cas assez rare pour qu'on puisse regarder ce zéro prolongé comme spécial au circuit non inductif.

(²) Cette dernière circonstance rend souvent illusoire la classification des charbons en haut, bas et moyen voltages.

apporter ici ces tracés comme une vérification qualitative ([1]) et montrer par la même occasion l'intérêt pratique et la facilité d'emploi des oscillographes, ainsi que, par comparaison avec mes anciennes courbes relevées par points, toute la fidélité de leurs indications.

Numéros des figures.	Nature des charbons.	Diamètre en millim.	Longueur de l'arc en millim.	Force électromotrice en volts.	Tension entre les pointes des crayons en volts.	Intensité du courant en ampères.	Nature du circuit.	Observations sur le bruit de l'arc.
2	Homogènes.	10	1,1	114,3	32,2	24,2	Non inductif.	Ronflant.
3	A mèche, haut voltage.	10	10,4	113,25	50	18,5	Id.	Silencieux.
4	Homogènes durs.	10	0,6	113	24,2	24	Id.	Sifflant.
5	Id.	10	0,5	113	20	30	Id.	Id.
6	Id.	10	2,5	112	35	26	Inductif.	Ronflant.
7	Id.	10	1	115	27	9,1	Id.	Sifflant.
8	A mèche, haut voltage.	10	4	116	38	9,2	Non inductif.	Criard.
9	A mèche, moyen voltage.	10	9	115	31	8,8	Id.	Légèrement ronflant.
10	A mèche, haut voltage.	10	10,5	115	39	8,2	Inductif.	Silencieux.
11	A mèche, moyen voltage.	10	13	113,5	34,5	7,9	Id.	Ronflant.
12	Id.	10	3	115	38	10,2	Id.	Criard.
13	A mèche, bas voltage.	10	5,7	116,5	32,5	8,9	Id.	Ronflant.
14	Id.	10	3,2	116,5	26,5	9	Non inductif.	Id.
15*	A mèche, haut voltage et homogène tendre.	10	2,4	112,5	36,25	8,9	Id.	Légèrement criard.
16*	A mèche, bas voltage et homogène dur.	10	4,7	112,5	40	13	Inductif.	Silencieux.
17	A mèche, haut voltage.	10	6,5	113	43	8,1	Non inductif.	Id.
18	Id.	10	13,3	114,5	53	16	Id.	Ronflant.
20	Homogènes durs.	10	2,7	113	36	8,9	Id.	Criard.

N. B. — Les chiffres de force électromotrice, tension, intensité, ont été relevés à l'aide d'appareils caloriques et non déduits des courbes. Les échelles de celles-ci ont varié suivant les expériences, d'après le groupement des bobines des oscillographes.

Les arcs 15* et 16* ont été produits entre des charbons de nature différente, pour faire apparaître une dissymétrie marquée entre les deux alternances d'une période.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation du carbonate d'orthocrésol en un homologue de la phtaléine de l'orthocrésol.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Le carbonate d'orthocrésol mélangé avec un excès de chaux sodée s'échauffe spontanément, si l'on opère sur une quantité suffisante, et subit

([1]) On remarquera que sur les courbes des crayons homogènes sans induction, la tension reste toujours inférieure à celle du réseau, tandis que sur mes anciennes courbes la petite self-induction de la machine suffisait à la relever un peu plus haut au moment de l'extinction.

une transformation moléculaire intéressante qui rappelle la transformation de carbonate de phényle et de sodium en salicylate de cette base.

» 50gr de carbonate orthocrésylique mélangé intimement avec 200gr de chaux sodée pulvérisée s'échauffent considérablement, verdissent, puis se colorent en rouge vineux à la surface, indice du concours de l'oxygène de l'air.

» Une heure de chauffe à 150° hâte et active la réaction.

» La masse, épuisée par l'eau, donne une solution colorée fortement en un beau rouge violacé, qu'on précipite par HCl, pour redissoudre le précipité dans la soude après l'avoir lavé sur un filtre pour le précipiter à nouveau.

» Le précipité marron, d'aspect gélatineux, est séché à douce température.

» Ce corps est insoluble dans l'eau et dans le benzène; il est soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique.

» Il est incristallisable.

» Des dissolutions, fractionnées dans des dissolvants appropriés, montrent que le corps obtenu est homogène et constitué par une seule matière colorante.

» Insoluble dans l'eau, il est soluble en un beau rouge vineux dans les solutions alcalines, sodique ou potassée. Il se dissout en jaune dans l'ammoniaque. Il se comporte comme une phtaléine.

» Le zinc en poudre agit sur la solution sodique à l'ébullition en donnant un nouveau produit coloré, fonctionnant comme une phtaléine avec le caractère acide connu.

» Le produit de la réduction d'aspect marron se dissout dans les alcalis avec une teinte vert olive. La solution ammoniacale, comme celle de la phtaléine du phénol, donne des précipités avec les sels métalliques, cuivre, fer, cobalt, etc.

» L'anhydride acétique, en présence de l'acétate de soude à l'ébullition, donne un dérivé acétylé insoluble dans l'eau, même alcaline, indice de l'éthérification. Cet éther est amorphe et se saponifie par les alcalis en régénérant le corps primitif. Cette phtaléine ne teint ni la laine, ni la soie, comme d'ailleurs les phtaléines analogues du phénol ou des crésols. Des essais exécutés, soit avec la soie, en bain acide ou alcalin, soit sur le coton, avec les bandes de Mulhouse, ne m'ont donné aucun résultat.

» D'après son aspect, son caractère amorphe et ses propriétés, cette phtaléine se distingue de la phtaléine de l'orthocrésol à laquelle on pourrait songer *a priori*.

» L'analyse élémentaire a donné, pour ce corps difficile à purifier en raison de son caractère amorphe, les résultats suivants :

Pour matière... 0gr,292 CO^2....... 0,8151 H^2O....... 0,1577

soit

C pour 100........ 76,14 H pour 100........ 6,00

» La formule $C^{23}H^{20}O^4$ correspondant à l'homologue de la phtaléine de l'orthocrésol exige

C pour 100........ 76,66 H pour 100........ 5,55

» Les équations suivantes expliquent très bien cette transformation du carbonate d'orthocrésol en un homologue de la phtaléine du phénol :

$$
2\,CO\left\langle\begin{array}{l} OC^6H^4.CH^3 \\ OC^6H^4.CH^3 \end{array}\right. + 2\,NaOH + O
$$

$$
= \begin{array}{r} CO.OH \\ CH^2 \end{array}\!\!\right\rangle C^6H^3.CH\left\langle\begin{array}{l} C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} OH \\ CH^3 \end{array}\right. \\ C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} OH \\ CH^3 \end{array}\right. \end{array}\right. + CO^3Na^2 + H^2O + C^6H^5.OH,
$$

$$
\left.\begin{array}{r} CO.OH \\ CH^3 \end{array}\right\rangle C^6H^3.CH\left\langle\begin{array}{l} C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} OH \\ CH^3 \end{array}\right. \\ C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} OH \\ CH^3 \end{array}\right. \end{array}\right. + O = C\left\langle\begin{array}{l} C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} OH \\ CH^3 \end{array}\right. \\ C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} OH \\ CH^3 \end{array}\right. \\ C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} CH^3 \\ CO \end{array}\right. \\ O\text{———}CO \end{array}\right. + H^2O.
$$

» Les carbonates de métacrésol et de paracrésol ne donnent nullement cette transposition moléculaire intéressante. Chauffés avec la chaux sodée dans les mêmes conditions, ils ne produisent pas de matière colorante.

» Le carbonate de gaïacol dont les groupements sont en ortho donne, dans les mêmes conditions, une trace de matière colorante, sans doute une autre phtaléine; mais la quantité obtenue est extrêmement faible.

» Cette transformation du carbonate d'orthocrésol constitue une intéressante expérience de cours pour montrer le phénomène de transposition moléculaire fréquent en Chimie organique, et cela grâce à la production d'une matière colorante et à la rapidité d'exécution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les phosphates mixtes éthyliques-phényliques.* Note de M. **Albert Morel**, présentée par M. Friedel.

« Les éthers carboniques mixtes de la série grasse et de la série aromatique peuvent se préparer, comme nous l'avons montré dans un travail précédent fait en collaboration avec mon maître M. P. Cazeneuve [1], soit par la réaction des chlorocarbonates alcooliques sur les phénates alcalins, méthode déjà connue [2], soit par la réaction des carbonates diphénoliques

---

(1) *Comptes rendus*, 11 juillet 1898.

(2) Bender, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XIX.

sur les alcoolates alcalins ou sur les alcools en présence de bases aromatiques, méthode nouvelle particulièrement féconde.

» Nous nous sommes demandé si l'acide phosphorique, dont les oxhydryles ont une valeur différente, tout comme cela a lieu d'ailleurs pour l'acide carbonique, ne se prêterait pas à des réactions similaires.

» Nous avons donc recherché si les dichloro- ou monochlorophosphates alcooliques par exemple, réagissant sur les phénols ou les phénates alcalins, ne mèneraient pas à la production d'éthers mixtes alcoyl-phosphoriques encore inconnus, si enfin du phosphate triphénylique comparable au carbonate diphénylique, réagissant sur les alcoolates alcalins, ne donnerait pas ces mêmes éthers mixtes phosphoriques.

» L'expérience vérifie ces prévisions.

» Nos études ont porté d'abord sur la réaction du dichlorophosphate d'éthyle sur le phénol, puis sur le phénate de soude.

» *Phosphate diphénylique monoéthylique :* $PhO \begin{cases} OC^6H^5 \\ OC^6H^5 \\ OC^2H^5 \end{cases}$. — Nous avons préparé le dichlorophosphate d'éthyle par la méthode de Wichelhaus (¹) (action de $POCl^3$ tombant goutte à goutte dans la quantité théorique d'alcool absolu refroidi à 0°). Nous avons ainsi obtenu un éther passant à 167°, dans un courant d'hydrogène, à la deuxième rectification. Nous avons ensuite essayé de faire réagir cet éther sur le phénol : la réaction n'est achevée que lorsque ce mélange est maintenu à une température de 110°; alors tout l'acide chlorhydrique se dégage. Le produit liquide est lavé à l'eau, séché et distillé. Le distillatum est une huile incolore bouillant à 97°, sous 70^{mm} de pression, ne contenant ni Ph ni Cl et que l'analyse caractérise comme étant du phénéthol. En outre, comme l'acide phosphorique est retrouvé dans les eaux de lavage, il y a lieu de croire que l'HCl dégagé saponifie à la température de 110° l'éther éthylique phosphorique.

» Si l'on effectue la réaction précédente en présence de chlorure d'aluminium, la saponification est presque instantanée au-dessous de 50°.

» Or Pawlewski (²), en faisant réagir $CO \begin{cases} Cl \\ O^2CH^5 \end{cases}$ sur le phénol en présence de chlorure d'aluminium, a obtenu le carbonate de phényle-éthyle.

» Ces résultats montrent une différence de stabilité entre les éthers mixtes de l'acide carbonique et ceux de l'acide phosphorique, les seconds se saponifiant dans le cours de la réaction avec régénération d'acide phosphorique.

» Nous avons alors fait réagir $PhOCl^2(OC^2H^5)$ sur le phénate de soude.

» Pour cela, nous avons fait tomber goutte à goutte cet éther sur C^6H^5ONa préparé

(¹) WICHELHAUS, *Liebig's Annalen. Supplem.*, t. VI, p. 257.

(²) PAWLEWSKI, *Ber. d. deustch. Chem. Ges.*, t. XVII.

d'après la méthode de de Forcrand (1) (solution alcoolique d'éthylate de Na et de phénol évaporé à 130°) pur et sec, et placé dans un ballon refroidi dans la glace. La réaction très vive au début, dégage beaucoup de chaleur, mais elle se calme rapidement.

» La masse pâteuse obtenue lavée à l'eau sodique, puis à l'eau acide, séchée et distillée, donne, avec de bons rendements, une huile contenant du Ph et pas de Cl, que l'analyse caractérise comme étant le phosphate diphénylique-monoéthylique.

» Cet éther mixte est une huile incolore, très réfringente, très dense, à odeur de marée, bouillant à 250°-263°, sous une pression de 70^{mm} et ne passant pas sans décomposition à la pression ordinaire.

» *Phosphate monophénylique-diéthylique* : $PhO \begin{cases} OC^6H^5 \\ OC^2H^5 \\ OC^2H^5 \end{cases}$. — De même que dans la réaction précédente, nous avons préparé le monochlorophosphate diéthylique d'après la méthode de Wichelhaus.

» Nous l'avons fait tomber goutte à goutte (1 molécule) sur le phénate de soude pur et sec (1 molécule) placé dans un ballon refroidi. La réaction est toujours très vive, quoiqu'elle semble, comme il est naturel, dégager moins de chaleur que dans le cas précédent.

» Le produit est une masse pâteuse qui, lavée à l'eau sodique, puis à l'eau acide, séchée et distillée, donne une huile contenant du phosphore et pas de chlore, que l'analyse caractérise comme étant le phosphate mixte monophénylique-diéthylique.

» Cet éther mixte est une huile incolore très réfringente, très dense, à odeur de marée. Il a les plus grandes ressemblances avec l'éther diphénylique-monoéthylique, mais il bout un peu plus bas, à 210°-230° sous 70^{mm}.

» Nous poursuivons ces recherches sur les éthers mixtes de l'acide phosphorique et sur ceux de divers acides organiques à fonction complexe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chloruration de la benzine en présence du chlorure d'aluminium* (2). Note de MM. **A. Mouneyrat** et **Ch. Pouret**, présentée par M. Friedel.

« On sait d'après les expériences de MM. Berthelot et Jungfleisch que la lumière solaire directe est indispensable à l'action du chlore sur le benzène. Ces savants ont, en effet, montré qu'un mélange de chlore et de benzène, à la pression ordinaire et dans l'obscurité, ne donne, même à

(1) De Forcrand, *Annales de Chimie et de Physique*, p. 56; 1893.

(2) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Friedel, à la Sorbonne.

300°, aucune réaction. On a proposé pour la préparation des dérivés chlorosubstitués benzéniques un certain nombre de porteurs de chlore au premier rang desquels il faut placer l'iode. Hugo Müller (*Journ. of the chem. Societ.*, t. XV, p. 41) a le premier indiqué cette puissante action adjuvante de l'iode. M. Jungfleisch (Thèse de doctorat ès sciences) a fait une étude approfondie d'un certain nombre des dérivés chlorés ainsi obtenus et les procédés de préparation qu'il a donnés sont ceux suivis aujourd'hui.

» Bien que l'iode soit ici un excellent porteur de chlore, il a l'inconvénient de fournir un certain nombre de produits iodés, dont il est souvent long de se débarrasser.

» Le chlorure d'aluminium ($AlCl^3$), ainsi que l'a montré l'un de nous, étant un chlorurant puissant dans la série grasse, il était intéressant de se demander s'il ne jouirait pas d'une propriété analogue dans la série aromatique, et s'il ne pourrait pas remplacer avantageusement l'iode vis-à-vis du benzène [1].

» Dans toutes les réactions qui vont suivre, nous avons pris, pour 1000^{gr} de substance à chlorer, 30^{gr} de chlorure d'aluminium anhydre $AlCl^3$.

» *Préparation du monochlorobenzène* C^6H^5Cl. — Dans un ballon de 1500^{cc} de capacité surmonté d'un réfrigérant ascendant et plongeant dans un bain-marie, nous avons placé 1000^{gr} de benzène exempt de thiophène et d'eau, 30^{gr} de chlorure d'aluminium anhydre et bien pulvérisé. Le ballon étant porté à 50°-55° et agité de temps en temps, on lance dans la masse, à l'aide d'un tube évasé à sa partie inférieure et recourbé à angle droit, un courant de chlore parfaitement sec. Cet halogène, même lancé rapidement, est totalement absorbé. Ayant avant l'expérience pesé l'ensemble du ballon, du réfrigérant et du tube à angle droit, on arrête le courant de chlore lorsque l'augmentation de poids correspond au monochlorobenzène C^6H^5Cl; c'est-à-dire lorsqu'elle est égale à 442^{gr}. On laisse refroidir la masse et on la projette alors dans de l'eau froide additionnée d'acide (HCl), afin de détruire le chlorure d'aluminium; on décante l'huile brunâtre obtenue, on lave à l'eau distillée, à la soude faible, on entraîne à la vapeur, on sèche au chlorure de calcium et l'on soumet à la distillation fractionnée à l'aide d'une colonne Le Bel-Henninger à deux boules. On obtient ainsi 120^{gr} de benzène qui n'ont pas réagi, 800^{gr} de liquide passant entre 128°-138°, 450^{gr} d'un autre liquide entre (168°-185°) et 62^{gr} de produit supérieur. On rectifie à l'aide d'une colonne de Le Bel et Henninger à six boules la portion passant entre 128°-138°, on recueille 760^{gr} d'un liquide passant exactement à 133°. C'est du monochlorobenzène C^6H^5Cl.

---

[1] Il importe de rappeler que M. Gustavson, il y a longtemps déjà, a employé le bromure d'aluminium, pour faciliter la bromuration du benzène et de ses homologues.

Quant à la partie comprise entre (168°-185°), c'est un mélange de trois dichlorobenzènes (ortho, méta et para); nous allons montrer dans la préparation suivante la façon de les séparer.

» La formation du monochlorobenzène dans cette réaction s'explique très facilement, si l'on admet, avec MM. Friedel et Crafts, la formation préalable d'un composé organométallique avec dégagement d'HCl,

$$C^6H^6 + AlCl^3 = C^6H^5 - AlCl^2 + HCl.$$

Ce composé organométallique, sous l'influence du chlore, régénère le chlorure d'aluminium et donne du monochlorobenzène

$$C^6H^5 - AlCl^2 + Cl^2 = C^6H^5Cl + AlCl^3.$$

» *Préparation des dichlorobenzènes ortho, méta et para.* — Nous sommes partis du monochlorobenzène C^6H^5Cl (on peut également prendre pour point de départ le benzène et pousser la chloruration plus loin que précédemment). Avec le même dispositif que tout à l'heure, on chauffe en agitant de temps à autre à 60° le mélange (C^6H^5Cl 1000^{gr} + $AlCl^3$ 30^{gr}), et l'on y fait passer un courant de chlore sec jusqu'à ce que l'augmentation de poids soit égale à 308^{gr}, c'est-à-dire corresponde à $C^6H^4Cl^2$. La masse encore chaude est projetée par petites portions dans l'eau froide additionnée de HCl, on lave à l'eau distillée la portion liquide et l'on essore à la trompe la petite quantité de produit solide, on sèche et l'on distille à l'aide d'une colonne de Le Bel et Henninger à deux boules. On recueille ainsi 200^{gr} de monochlorobenzène C^6H^5Cl qui n'a pas réagi; entre 168°-182° : 769^{gr} d'un mélange de trois dichlorobenzènes. Il reste dans le ballon 323^{gr} de produits supérieurs (mélange de tri, tétra, penta et hexachlorobenzène).

» Le liquide recueilli entre 168°-182° est constitué par un mélange, en quantités inégales, d'ortho, méta et paradichlorobenzène. Pour en effectuer la séparation, on plonge ce mélange dans la glace; une partie se solidifie; lorsque son volume n'augmente plus, on jette rapidement sur un entonnoir refroidi, à filtration rapide, de façon à essorer à la trompe. Le liquide recueilli est de nouveau refroidi et la portion solidifiée traitée comme précédemment. On répète ce traitement jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de cristaux par le froid. Les écailles obtenues sont essorées à la trompe pendant deux ou trois heures à la température du laboratoire, puis séchées entre des doubles de papier buvard. De nouveau soumises à la distillation, elles passent à 172°; leur point de fusion est 56°; c'est du paradichlorobenzène $C^6H^4Cl_{(1)}Cl_{(4)}$. La portion liquide qui n'a pas cristallisé est soumise, bien privée d'eau, à la distillation à l'aide d'une colonne de Le Bel et Henninger à cinq boules; on sépare ainsi 131^{gr} de liqueur passant à 172°, c'est du métadichlorobenzène $C^6H^4Cl_{(1)}Cl_{(3)}$; à 179°, passent 235^{gr} d'orthodichlorobenzène $C^6H^4Cl_{(1)}Cl_{(2)}$; nous avons eu 353^{gr} de paradichlorobenzène $C^6H^4Cl_{(1)}Cl_{(4)}$.

» On voit que, dans la chloruration du benzène en présence de $AlCl^3$, se produisent à la fois les trois dichlorobenzènes avec prédominance du dérivé para.

» La théorie de la formation de ces corps est la même que précédemment :

» 1° $C^6H^5Cl + AlCl^3 = HCl + C^6H^4Cl - AlCl^2$;

» 2° $C^6H^4Cl - AlCl^2 + Cl^2 = C^6H^4Cl^2 + AlCl^3$.

» *Préparation des trichlorobenzènes.* — Nous avons pris pour point de départ un mélange à parties égales de métadichlorobenzène et de paradichlorobenzène.

» Dans 500^{cc} de $C^6H^4Cl^2$ additionnés de 15^{gr} de $AlCl^3$ anhydre et bien pulvérisé, on fait arriver un courant de chlore sec jusqu'à ce que l'augmentation de poids soit égale à 117^{gr}. On obtient les produits de la réaction comme dans les expériences précédentes, on recueille la partie liquide, on la sèche et on la soumet à la distillation fractionnée à l'aide d'une colonne de Lebel et Henninger à trois boules, afin d'avoir une première séparation grossière puis on purifie par cristallisation. On obtient à peu près parties égales de trichlorobenzène bouillant à 206° et fondant à 17°, c'est le dérivé $C^6H^3Cl_{(1)}Cl_{(2)}Cl_{(4)}$, et de trichlorobenzène bouillant à 209° fondant à 63°, c'est le dérivé $C^6H^3Cl_{(1)}Cl_{(3)}Cl_{(5)}$; nous n'avons recueilli qu'une très faible quantité de dérivé trichloré bouillant à 219°, c'est-à-dire le dérivé $C^6H^3Cl_{(1)}Cl_{(2)}Cl_{(3)}$.

» *Préparation des tétra, penta et hexachlorobenzène.* — En poussant dans l'une quelconque des expériences précédentes la chloruration plus avant, on augmente les rendements en dérivés tétra, penta et hexa. Nous avons pris les résidus des opérations précédentes passant au-dessus de 225°, et avons opéré à peu près comme M. Jungfleisch pour effectuer leur séparation. Ces résidus, après dessiccation, ont été soumis à la distillation fractionnée à l'aide d'un matras de Wurtz à soudure latérale distante d'environ $0^m,12$ de la panse du matras. On obtient, après plusieurs rectifications, un corps solide passant à 240°, fondant à 134°, c'est un tétrachlorobenzène $C^6H^2Cl^4$. Les produits passant vers 280° sont traités par l'alcool bouillant qui sépare le pentachlorobenzène C^6HCl^5 et laisse indissous l'hexachlorobenzène. Le résidu de la distillation est à peu près entièrement formé d'hexachlorobenzène que l'on purifie en le projetant fondu dans l'alcool bouillant, il se précipite sous forme pulvérulente.

» Comme on le voit, le chlorure d'aluminium anhydre $AlCl^3$ est ici un chlorurant aussi puissant que l'iode, et n'a pas comme ce dernier l'inconvénient de donner des produits accessoires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydants sur quelques composés azotés.* Note de M. **Œchsner de Coninck** [1].

« J'ai continué ces recherches en employant comme oxydants l'acide chromique et le bichromate de potassium.

» *Hydroxylamine.* — Une solution aqueuse concentrée d'acide chromique décompose instantanément le chlorhydrate d'hydroxylamine; il se dégage de l'azote et des vapeurs nitreuses. Le résultat est le même avec une solution aqueuse concentrée de bichromate.

» *Phénylhydrazine.* — Ce dérivé est décomposé à froid par des solutions aqueuses

---

[1] Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier, octobre-novembre 1898.

moyennement concentrées d'acide chromique et de bichromate. Il se dégage de l'azote pur; si l'on continue à faire réagir les oxydants, en faisant intervenir la chaleur, on observe la production d'une petite quantité de phénol. On a

$$C^6H^5.AzH - AzH^2 + 2O = Az^2 + H^2O + C^6H^5.OH.$$

» *Méthyl-phénylhydrazine.* — Mêmes résultats qu'avec la phénylhydrazine (1).

» *Guanidine.* — Le carbonate de guanidine est détruit instantanément par les solutions concentrées des deux oxydants. Cette réaction donne lieu à une véritable expérience de cours.

» *Hydrazine.* — Le chlorhydrate de cette base fournit les mêmes résultats que le dérivé précédent.

» *Uréthane.* — Elle n'est pas décomposée à froid, mais elle est décomposée partiellement, à chaud, par l'acide chromique; la solution de bichromate n'agit pas ou presque pas dans les mêmes conditions.

» *Acétamide.* — Une solution d'acide chromique concentrée décompose légèrement à chaud cette amide. Mais, si l'on imprègne l'acétamide avec une lessive de potasse, et qu'on ajoute, en parties égales, des solutions de bichromate et d'acide chromique concentrées, la décomposition, à chaud, avec mise en liberté d'azote, devient plus accentuée.

Benzamide. — J'ai traité la benzamine exactement dans les mêmes conditions que l'acétamide; la décomposition est très faible.

Urée. — L'urée a été employée soit à l'état solide, soit en solutions aqueuses; elle est attaquée et décomposée, à chaud seulement, avec séparation d'azote, par des solutions d'acide chromique et de bichromate. Les hypochlorites alcalins agissent beaucoup plus énergiquement que les deux oxydants chromiques.

» *Sulfo-urée.* — Ce dérivé est plus stable que l'urée, vis-à-vis de Cr^2O^3 et de $Cr^2O^7K^2$, fait que j'avais déjà constaté en étudiant l'action des hypochlorites à excès d'alcali (2). La décomposition est partielle; on a

$$CS\begin{matrix}\diagup AzH^2\\ \diagdown AzH^2\end{matrix} + 7O = CO^2 + SO^3 + 2H^2O + Az^2.$$

» J'ai vérifié l'existence des rapports entre les quantités formées d'Az, de CO^2 et de SO^3.

» *Phényl-sulfo-urée.* — Cette urée composée résiste aux solutions chaudes de bichromate, mais est décomposée énergiquement, à chaud, par une solution très concentrée d'acide chromique. La proportion de CO^2 qui se dégage a été dosée; elle correspond très sensiblement à l'équation suivante :

$$2\left(CS\begin{matrix}\diagup AzH.C^6H^5\\ \diagdown AzH^2\end{matrix}\right) + 11O = 2CO^2 + 2SO^3 + H^2O + Az^2 + 2[AzH^2.C^6H^5].$$

---

(1) J'ai obtenu aussi du phénol (*Comptes rendus*, 4 avril 1898) en oxydant ces deux mêmes hydrazines par AsO^4H^3 ou par $Mn^2O^8K^2$.

(2) *Comptes rendus*, 21 mars 1898.

» *Ammoniaques composées.* — J'ai étudié l'action de l'acide chromique, du bichromate de potassium et du mélange chromique, sur les chlorhydrates de méthylamine et d'éthylamine purs; il se dégage du chlore, de l'azote et de l'anhydride carbonique, mélangés à une faible quantité d'oxygène libre. Je me propose de communiquer ultérieurement les résultats de cette étude à l'Académie. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action du B. coli et du B. d'Eberth sur les nitrates.* Note de M. **L. Grimbert**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai déjà montré (Société de Biologie, 2 avril 1898) que, contrairement à l'opinion de certains auteurs, le B. coli et le B. d'Eberth ne dégagent pas d'azote quand on les ensemence dans une solution de peptone nitratée à 1 pour 100; mais comme, d'autre part, on obtient un dégagement gazeux quand on remplace la solution de peptone par du bouillon de viande peptoné, il m'a paru intéressant de rechercher la cause de cette différence d'action et l'origine de l'azote produit.

» J'ai donc institué un certain nombre d'expériences dans lesquelles j'ai dosé les gaz dégagés, l'azotate détruit, l'azotite restant et ce que j'appelle l'*azote amidé*, c'est-à-dire l'azote fourni par les matières amidées complexes de mes milieux de culture, avant toute intervention microbienne, quand on les traite par l'hypobromite de soude.

» A. Afin de mieux faire sentir la différence qui existe entre l'action de nos bacilles sur les nitrates et celle d'agents dénitrifiants véritables, j'ai ensemencé, d'un côté, du bouillon peptonisé et nitraté à 1 pour 100 avec le B. coli et le B. d'Eberth, et, de l'autre, une solution de peptone nitratée avec le B. pyocyanique.

» Au bout d'un mois, j'ai obtenu les résultats suivants :

» Le B. pyocyanique ne dégage que de l'azote. Le volume d'azote recueilli ($100^{cc},48$) est *égal* au volume d'azote correspondant à l'azotate détruit ($100^{cc},41$), et sept à huit fois supérieur à celui de l'azote amidé ($13^{cc},80$).

» Les B. coli et typhique donnent de l'azote et de l'acide carbonique. Le volume de cet azote ($28^{cc},09$ et $26^{cc},96$) est sensiblement le *double* de celui qui correspond à l'azotate détruit ($12^{cc},34$ et 13^{cc}) et très inférieur à celui de l'azote amidé de la culture ($47^{cc},12$). La moitié seulement de l'azote est donc fournie par le nitrate, et l'autre moitié vraisemblablement par les matériaux amidés du milieu, par suite de la réaction s'exerçant entre ces principes et l'acide nitreux produit par les bactéries. C'est le phénomène secondaire d'un fait biologique connu depuis longtemps : la réduction des nitrates par les bacilles d'Eberth et d'Escherich.

» B. Si à une solution de peptone nitratée on ajoute des substances capables de perdre leur azote sous l'action de l'acide nitreux, on devra obtenir un dégagement gazeux; c'est ce qui a lieu avec de l'extrait de viande riche en déchets azotés et peu nutritif par lui-même.

» Le B. coli, ensemencé dans une solution de peptone nitratée à 1 pour 100, ne donne pas d'azote. Dans une solution d'extrait de viande nitratée sans peptone, il en donne 7^{cc} au bout d'un mois [volume double de celui qui correspond à l'azotate détruit ($2^{cc},9$)]; et dans une solution de peptone à 1 pour 100, additionnée de 1 pour 100 d'extrait de viande et de 1 pour 100 de nitrate de potasse, on obtient dans les mêmes conditions : $23^{cc},45$ d'azote; l'azote correspondant à l'azotate disparu étant de $6^{cc},05$ seulement.

» C. Une solution de peptone à 1 pour 100 donnant déjà $13^{cc},8$ d'azote amidé, on pourra donc, en augmentant la proportion de peptone, introduire dans la solution une quantité de principes amidés suffisants pour obtenir un dégagement d'azote. En effet, une solution de peptone à 5 pour 100, contenant 1 pour 100 de nitrate de potasse et représentant 71^{cc} d'azote amidé, donne avec le B. coli $16^{cc},29$ d'azote et $11^{cc},29$ avec le B d'Eberth; l'azote du nitrate disparu étant respectivement $8^{cc},7$ et $2^{cc},9$.

» D. Contrairement à certaines opinions, la présence de nitrites n'arrête pas le procès fermentatif. Les deux bacilles se développent très bien dans une solution d'extrait de viande peptonée renfermant 1 pour 100 de *nitrite* de potasse et y dégagent de l'azote en quantité égale et même supérieure à celle qu'ils donnent dans le même milieu nitraté.

» *En résumé,* chaque fois que le B. coli ou le B. d'Eberth ont donné un dégagement gazeux dans un milieu nitraté, le volume de l'azote recueilli a toujours été au moins le *double* de celui qui correspond à l'azotate détruit. Par conséquent, *l'azote dégagé ne provient pas exclusivement des nitrates.*

» L'action dénitrifiante de ces bacilles est corrélative de la présence de matériaux amidés dans la culture; elle semble résulter de l'action secondaire qu'exerce, sur ces derniers, l'*acide nitreux* produit par les bactéries.

» Les nitrites n'entravent pas l'action de ces bacilles. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'assimilation de l'azote nitrique et de l'azote ammoniacal par les végétaux supérieurs.* Note de M. **Mazé**, présentée par M. Duclaux.

« Les travaux de MM. Schlœsing et Müntz ont montré que l'ammoniaque du sol se transforme en acide nitrique sous l'action des ferments nitrifiants, dont l'étude physiologique a été faite par M. Winogradsky. Il en résulte que les engrais organiques, les engrais ammoniacaux sont absorbés par les plantes à l'état de nitrates; on a donc considéré l'azote nitrique comme l'aliment azoté par excellence des végétaux supérieurs, et l'on a regardé peu à peu l'ammoniaque comme un aliment très inférieur, sinon comme une substance non assimilable.

» M. Müntz a montré, en 1889, que cette opinion, trop exclusive, n'est pas justifiée par les faits. De nouvelles expériences ont été exécutées depuis et ont confirmé les résultats de M. Müntz. Mais elles ne sont pas exemptes de toute critique; une terre additionnée d'ammoniaque, du sable calciné arrosé avec des solutions ammoniacales constituent un terrain éminemment favorable au développement des ferments nitrifiants, ainsi que M. Winogradsky l'a montré.

» L'absence de nitrates dans la terre ou dans le sable, à la fin de l'expérience, ne démontre donc pas, d'une façon absolue, qu'il n'y a pas eu de nitrates formés en certains points, par exemple au voisinage des radicelles, et absorbés au fur et à mesure par les végétaux de préférence à l'ammoniaque. Il eût fallu conserver les terres de l'expérience, afin de constater si l'ammoniaque n'est pas nitrifiée au bout d'un certain temps; il n'y a pas d'autre moyen de vérifier la présence des ferments nitriques dans un milieu quelconque, puisqu'ils se refusent à pousser sur tous les milieux usités d'ordinaire en bactériologie.

» J'ai donc repris des expériences comparatives sur la valeur alimentaire des nitrates et des sels ammoniacaux, en faisant usage de solutions nutritives stériles et en employant les procédés de culture que j'ai déjà exposés dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (janvier 1898).

» J'ai d'abord étudié l'action du sulfate d'ammoniaque et du nitrate de sodium employés à la dose de 1 pour 1000, sur la germination d'un certain nombre d'espèces de graines.

» J'ai préparé, dans ce but, une solution nutritive ainsi constituée :

Eau distillée	1000
Phosphate de potassium	1
Sulfate de potassium	0,5
Carbonate de calcium	2
Sulfate de magnésium	0,2
Chlorure de calcium	0,1
Chlorure de zinc	0,1
Sulfate de fer	0,1
Chlorure de manganèse	0,1

» Avec cette solution on a préparé les milieux suivants :

N° 1... Solution nutritive seule.
» 2... » additionnée de 1 pour 1000 d'azotate de sodium.
» 3... » » » de sulfate d'ammoniaque.

« L'eau distillée seule ou l'eau distillée additionnée de 1 pour 1000 de nitrate de sodium, ou de sulfate d'ammoniaque, ont fourni les milieux 4, 5 et 6.

» Les essais de germination ont porté sur des haricots, du maïs et des vesces de Narbonne.

» On a constaté que les quatre premiers milieux sont également favorables à la germination; les deux derniers la retardent un peu si l'on prend les premiers comme point de comparaison; mais il est impossible de noter la moindre différence entre les milieux 5 et 6.

» Il n'en va plus de même si l'on poursuit plus loin les investigations, comme on le voit dans les Tableaux suivants, obtenus avec du maïs, cultivé dans la solution nutritive ci-dessus, additionnée d'azote nitrique ou ammoniacal.

I. *Azote nitrique.*

	Nitrate de sodium pour 1000.	Durée de l'expérience.	Poids sec des plantes.	Azote pris au nitrate.
		jours	mgr	mgr
1.......	1	44	8900	279,8
2.......	1	36	7425	197,1
3.......	1	45	8910	261
4.......	0,5	32	5710	181,9

II. *Azote ammoniacal.*

	Sulfate d'ammoniaque pour 100.			Azote pris à l'ammoniaque.
5.......	1	44	6625	232,5
6.......	1	39	5135	189,3
7.......	0,5	47	8640	265,6

» Les solutions nutritives renfermaient encore de l'ammoniaque et des nitrates à la fin de l'expérience; on les a conservées deux mois au laboratoire, afin de vérifier si elles n'étaient pas devenues le siège d'une fermentation nitrique dans le cours de l'expérience. Au bout de ce temps, les solutions ammoniacales donnaient la réaction de Nessler aussi nette qu'au début, tandis qu'elles ne présentaient aucune coloration au sulfate de diphénylamine ou au réactif sulfophéniqué.

» L'ammoniaque a donc été absorbée et assimilée en nature, ce qui confirme les conclusions de M. Müntz. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la dissémination naturelle des levures de vin.* Note de M. **Léon Boutroux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* au mois d'octobre dernier, t. CXXVII, p. 628, M. J.-A. Cordier étudie le phénomène biologique de

l'apparition des *Saccharomyces* sur les fruits au moment de la maturité. Il cite les expériences faites en Italie par Berlese sur le rôle des insectes dans la dissémination des levures, et ne croit pas les résultats de ces expériences applicables au climat de la Champagne.

» Mais les expériences de Berlese sur ce sujet ne sont pas les premières en date. Son premier Mémoire se trouve dans la *Rivista di Patologia vegetale*, anno V, num. 5-12, 1896. Dès l'année 1881, j'avais fait des expériences sur le même sujet, alors absolument neuf, sous un climat bien moins différent de celui de la Champagne, en Normandie. Dans le premier Mémoire que j'ai publié [*Sur l'habitat et la conservation des levures spontanées* (*Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, 3e série, t. VI)], j'ai montré, pour la première fois, que diverses espèces de levure se trouvaient régulièrement sur certains fruits encore verts, dans des fleurs nectarifères et sur le corps des abeilles.

» Après avoir approfondi ce sujet par de nouvelles expériences effectuées les unes en Normandie, les autres en Sologne, j'en ai publié les résultats en 1883 [*Sur la conservation des ferments alcooliques dans la nature* (*Annales des Sciences naturelles : Botanique*, 6e série, t. XVII)]. Dans ce Mémoire, que cite Berlese en me faisant l'honneur de le considérer comme « un importante lavoro », j'ai décrit un grand nombre d'espèces de levure, qu'on peut appeler des *levures sauvages,* douées d'une puissance de fermentation variable; j'ai montré que, si ces espèces sont très répandues sur les fleurs, sur certains fruits, mûrs ou verts, et sur certains insectes, les espèces qui produisent le vin sont, au contraire, très rares, même sur les grains de raisin mûr (résultat que retrouve M. Cordier); enfin, j'ai établi expérimentalement une distinction capitale entre les grains de raisin mûrs, mais intacts, et ceux qui ont été entamés par les oiseaux ou les insectes, les premiers ne portant qu'exceptionnellement des germes de levure, les seconds en portant tous.

» J'ai fait, postérieurement à la publication de ce Mémoire de 1883, une nouvelle expérience que je rapporterai ici, parce qu'elle porte sur un plus grand nombre de grains de raisin.

» Dans une ferme de Sologne, le 27 septembre 1884, on faisait la vendange par un beau soleil, après une longue période de sécheresse. Dans des tubes de verre stérilisés je dépose, en les détachant avec des ciseaux flambés, 116 grains de raisin bien mûrs, mais non entamés par les insectes, et 32 grains entamés, à raison d'un grain par tube.

» Deux jours après, le four de la ferme étant chauffé, je fais passer avec pureté du moût de raisin stérilisé dans tous les tubes, et je porte ceux-ci au four; température: 30°.

Le lendemain, quinze des tubes à raisin entamé étaient en fermentation et les autres y entrèrent les jours suivants. La température s'abaissait progressivement; le 3 octobre elle était de 20°; il ne restait plus à ce moment que deux tubes à grain entamé qui ne fussent pas en fermentation, mais ces deux tubes présentaient un dépôt blanc, visible à l'œil; au microscope, je reconnus que ce dépôt consistait en cellules de *Saccharomyces;* la température n'était plus assez élevée pour leur permettre de produire la fermentation.

» Quant aux 116 tubes à grain sain, ils restèrent jusqu'au 2 octobre sans donner signe de vie. Le 3 octobre, un seul entra en fermentation avec abondant dépôt de levure.

» Voyons maintenant quelles étaient les espèces ainsi récoltées. Parmi les tubes à grain entamé, ceux qui entrèrent en fermentation le second jour ne contenaient guère que du *S. apiculatus:* ceux du troisième jour contenaient encore tous cette même levure, mais la plupart contenaient aussi, en proportion notable, au moins une autre espèce de *Saccharomyces;* ceux du quatrième jour, au nombre de deux, contenaient une levure ronde et pas d'apiculée; enfin les deux derniers, où il ne se dégageait pas encore de gaz le cinquième jour, ne contenaient que des levures rondes ou ovales, sans apiculée.

» Les levures de tous les tubes en fermentation furent semées dans des tubes de bouillon de levure saccharosé; aucune n'en détermina la fermentation. Par conséquent, les grains entamés n'ont fourni que des levures appartenant aux espèces que j'ai nommées *non inversives.*

» D'un autre côté, l'unique tube à grain sain qui a fermenté contenait une levure ovale. Je l'ai comparée à la levure qui produisait le vin. Le 29 septembre, les cuves de vendange étant en pleine fermentation, j'y prélevai une goutte de moût que je déposai comme semence dans un tube de moût stérilisé. Le lendemain, ce tube était en pleine fermentation. J'en semai une ou deux gouttes sur de petites languettes de papier buvard contenues dans des tubes de verre fermés par de l'ouate et stérilisés. Le 3 octobre, je déposai de même sur papier buvard stérilisé la levure du tube à grain sain, et c'est dans cet état que j'ai rapporté, à mon laboratoire de Caen, les deux levures à comparer; la levure du tube à raisin sain faisait fermenter le saccharose et toutes deux avaient exactement le même aspect dans les cultures.

» Cette expérience conduit à la même conclusion que celles que j'avais déjà décrites. Tous les grains de raisin entamés portent des levures, mais ce sont surtout les *S. apiculatus* et autres espèces non inversives. Quant aux grains non entamés, il est difficile d'y constater la présence de la levure. Je ne l'ai constatée qu'à la surface d'un grain sur 116, mais je ne puis pas être sûr que quelques autres grains sains n'en portaient pas, la température n'ayant pas pu être maintenue assez longtemps au degré favorable à la fermentation. Dans les tubes à grain entamé, le développement était bien plus précoce, parce que les levures étaient d'avance en pleine culture dans le raisin. Au contraire, sur ce grain sain, la levure était à

l'état de germe desséché exigeant une longue incubation pour entrer en activité. Il est remarquable que cet unique grain a justement fourni une vraie levure de vin, alors que je n'en ai pas trouvé sur les grains entamés.

» Je ne puis donc pas conclure spécialement pour les vraies levures de vin, mais, du moins en ce qui concerne les levures sauvages et notamment l'apiculée, la théorie de la dissémination par les insectes est plus d'accord avec les faits que celle de la dissémination par l'air. La première rend compte de l'apparition brusque de la levure sur les fruits, et, comme dans les fruits mûrs et ouverts, la levure non seulement se fixe, mais se multiplie, elle explique le résultat obtenu par M. Cordier, à savoir la présence de germes de levure constatée dans l'atmosphère d'un clos de vigne à partir de l'époque de la maturité du raisin et non auparavant. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les sucs de Champignons vaccinent contre le venin de vipère.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. Chauveau.

« L'activité et la rapidité des transformations nutritives qui se passent dans les Champignons constituent un des phénomènes les plus remarquables de la Biologie. Dans leur tissu, dont la structure est si peu différenciée, s'accomplissent les réactions les plus complexes de la matière organique. Aussi n'est-il pas étonnant d'y rencontrer tant de substances diverses : la plupart des ferments digestifs (Bourquelot), les oxydases de G. Bertrand, des hydrocarbones, des albuminoïdes et un grand nombre de corps résultant de leurs transformations. Parmi ces substances, plusieurs possèdent, comme je l'ai déjà montré pour certains ferments, et pour la tyrosine, des propriétés vaccinantes contre le venin. Il était donc logique de supposer que le suc qui les tient en solution conférerait aussi l'immunité contre le venin. C'est en effet ce que j'ai constaté. Mes expériences, au nombre de deux cents environ, ont porté sur plusieurs espèces vénéneuses et comestibles. Mais, en raison de la facilité avec laquelle on peut, en toute saison, se procurer le Champignon de couche, c'est cet Agaric qni a le plus souvent servi à mes recherches. Toutes les expériences relatées dans cette Note se rapportent à cette espèce.

» *Préparation.* — Les Champignons, après avoir été nettoyés aussi bien que possible, sont coupés en morceaux et mis à macérer, pendant vingt-quatre heures, dans une quantité d'eau chloroformée égale à leur propre poids. On filtre sur papier et l'on a un

liquide brunâtre dont la teinte devient de plus en plus foncée, jusqu'à être complètement noire. Ce liquide, de réaction neutre, d'odeur agréable, de saveur fade, se conserve très bien à l'obscurité, dans des flacons bien bouchés où l'on ajoute un peu de chloroforme.

» *Action physiologique.* — Ce liquide n'est pas aussi inoffensif qu'on pourrait le croire *a priori*. Inoculé sous la peau de la cuisse d'un cobaye, à la dose de 5^{cc} à 10^{cc}, il produit un gonflement œdémateux qui disparaît en un ou deux jours. En même temps, la température s'élève de $0°,5$ à $1°$. Si la dose est plus forte (20^{cc} à 25^{cc}) l'action locale est plus prononcée, l'œdème s'étend à l'abdomen, et il peut survenir une eschare; la température s'abaisse d'une manière sensible ($1°$ à $2°$) pour remonter ensuite assez rapidement. Les phénomènes généraux sont plus accentués quand la macération est injectée tiède dans le péritoine : l'animal a souvent des nausées, le train de derrière s'affaisse, la température descend de plusieurs degrés (2 à 3) et reste ainsi stationnaire pendant vingt-quatre heures, le ventre est sensible et dur. Enfin, introduit dans les veines d'un lapin, ce liquide détermine, pendant la durée même de l'injection, des secousses qui deviennent de plus en plus fortes, à mesure que la dose augmente. En général, 15^{cc} à 20^{cc} inoculés rapidement suffisent pour amener la mort; l'animal tombe sur le flanc agité de convulsions cloniques et l'asphyxie arrive en quelques secondes. Si l'on ouvre immédiatement le thorax, on trouve le cœur distendu par le sang, immobile, toutes les veines gonflées. Le sang est noir et se coagule rapidement; dans les ventricules, il y a déjà de petits caillots. Si l'on attend quelques minutes avant de faire l'autopsie, la coagulation est complète dans les vaisseaux et l'on peut retirer du cœur des caillots qui se prolongent dans l'aorte et l'artère pulmonaire.

» L'action d'une température élevée (chauffage à $120°$ pendant vingt minutes) ne fait pas complètement disparaître les accidents toxiques dus au suc de Champignon; ce suc chauffé produit encore, s'il a été inoculé tiède dans le péritoine, un abaissement de température, mais, au contraire, une élévation, quand on l'introduit sous la peau; toutefois, les accidents locaux ont complètement disparu.

» *Propriétés vaccinantes.* — Un cobaye qui a reçu sous la peau ou dans l'abdomen de 5^{cc} à 20^{cc} d'eau de macération d'*Agaricus edulis* supporte, au bout de quelques jours, une dose de venin de vipère mortelle en cinq à six heures pour les témoins. Cette immunité, déjà très forte, est susceptible d'être accrue, et, si, dans un intervalle de quinze à vingt jours, on soumet l'animal à deux ou trois inoculations, on peut augmenter d'un cinquième environ la dose de venin sans provoquer d'accident. La durée de l'immunité ainsi obtenue varie de quinze jours à un mois.

» Malgré toutes les précautions antiseptiques, ce suc dilué de Champignons détermine souvent une mortification des tissus à laquelle succède une plaie qui suppure. Quelquefois même, il survient des infections plus graves suivies de mort. Aussi pouvait-on supposer que la vaccination était le fait des microbes plutôt que du suc de Champignon. Pour éliminer cette cause d'erreur, il suffisait de filtrer le liquide sur une bougie de porcelaine. En opérant ainsi, on n'a plus à craindre une infection microbienne,

et le pouvoir vaccinal ne paraît pas sensiblement diminué. Les accidents locaux se produisent encore, mais, en l'absence de microbes, ils sont moins dangereux. Toutefois, on peut les éviter en faisant bouillir le liquide; l'ébullition pendant quelques minutes non seulement ne détruit pas ses propriétés vaccinantes, mais semble même en favoriser la manifestation. Il faut chauffer à 120° pendant vingt minutes pour affaiblir un peu ce pouvoir vaccinal, mais il n'est pas complètement détruit. Cela prouve qu'à côté des ferments d'autres substances empêchent l'action du venin. Il serait intéressant de séparer et de connaître les substances toxiques et vaccinantes contenues dans le suc des Champignons. Mais ce sujet mérite un développement qui dépasserait les limites de cette Note; il fera l'objet d'une étude distincte. En attendant, il m'a semblé utile d'indiquer le rôle que les Champignons, déjà si intéressants sous d'autres rapports, pourront jouer dans la question de l'immunité. »

MINÉRALOGIE. — *Les modifications endomorphes du gabbro du Pallet (Loire-Inférieure)*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Michel-Lévy.

« Le massif de gabbro du Pallet présente de nombreuses et importantes variations de composition minéralogique et de structure; le but de cette Note est d'appeler l'attention de l'Académie sur la plus remarquable d'entre elles.

» Le gabbro normal est caractérisé ([1]) par des plagioclases basiques (labrador, labrador-bytownite), du diallage, de l'olivine, avec un peu de hornblende brune, de biotite, de magnétite, d'ilménite, de pyrrhotite, etc.; la structure est grenue ou franchement ophitique, l'olivine peut être très abondante ou manquer complètement.

» Dans la tranchée du chemin de fer entre le Pallet et Gorges, sur le bord de la Sèvre près de la carrière de la Rochette, au voisinage de Saint-Michel, et dans bien d'autres points sur le bord du massif, le gabbro change de caractères extérieurs, il perd son diallage, prend de la biotite, du grenat, etc. L'examen microscopique fait voir qu'il ne reste plus dans cette roche aucun des éléments essentiels du gabbro; les plagioclases sont plus acides et ne dépassent pas l'andésine, le diallage est remplacé par de l'hypersthène, la biotite est très abondante, enfin apparaît un minéral qui n'a jamais été trouvé dans ce groupe de roches éruptives : la *cordiérite*. Elle forme des cristaux pouvant atteindre $0^{cm},5$ de longueur et constituant parfois 30 pour 100 de la roche; elle est caractérisée par ses formes, ses propriétés optiques, ses macles en roues,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 870; 1887, et *Bull. Soc. Minér.*, t. XII, 238; 1889.

l'abondance des auréoles pléochroïques d'un jaune intense autour de nombreuses inclusions de zircon; elle contient parfois des octaèdres de spinelle vert, des paillettes de biotite.

» La structure est grenue ou granulitique; l'ordre de cristallisation des divers minéraux est très irrégulier; suivant les échantillons ou les parties d'un même échantillon, les plagioclases, la cordiérite, l'hypersthène et le grenat sont automorphes ou xénomorphes et s'englobent réciproquement. Quand le quartz est rare, il moule les plagioclases; lorsqu'il est abondant, il devient granulitique en même temps que les feldspaths. Il existe fréquemment, dans ces *norites micacées à cordiérite,* de petites enclaves microscopiques, constituées essentiellement par de l'andésine, de la cordiérite et du spinelle.

» Quelle signification faut-il donner à ces norites? On ne peut songer à les considérer comme formant une venue distincte de celle du gabbro auquel elles passent insensiblement. Leur composition exceptionnelle ne permet pas davantage de les regarder comme la roche normale dont le gabbro, si semblable à celui d'autres gisements, serait un accident basique central. La situation périphérique de ces roches, leur localisation entre le gabbro et les micaschistes entourant celui-ci conduisent à les considérer comme une forme endomorphe du gabbro, produite par l'assimilation d'une quantité variable de micaschiste. Cette hypothèse ne peut être vérifiée directement, le contact immédiat des deux roches n'étant nulle part à découvert, mais j'en ai trouvé une démonstration très concluante dans la carrière des Prinaux.

» Cette carrière est ouverte au sud du village du Pallet, dans le gabbro à olivine; on y voit au milieu de celui-ci, qui est de couleur noire, des taches moins foncées ayant pour centre des enclaves schisteuses anguleuses ou des enclaves rubanées, se fondant insensiblement dans la masse voisine, formée par la norite à cordiérite.

» Les enclaves anguleuses sont constituées par des fragments de schistes très quartzeux, riches en graphite et en pyrite; la norite s'injecte lit par lit dans ses feuillets à la façon du granite dans les schistes micacés. Au microscope, on voit dans les lits injectés, en outre des minéraux précités, de la cordiérite, de l'andésine, de la biotite et un peu d'hypersthène. Les enclaves à contours indécis ont la même composition que les enclaves microscopiques signalées plus haut, leur structure est granulitique; elles sont constituées de lits alternativement riches en cordiérite, parfois en

spinelle, et de lits feldspathiques ; la biotite ou l'hypersthène y abondent ou manquent presque complètement suivant les échantillons. Le passage à la norite à grands éléments s'effectue par l'intermédiaire d'une zone granulitique, très riche en cordiérite non orientée.

» Les relations de cause à effet entre l'existence de ces enclaves schisteuses et la transformation du gabbro en norite saute aux yeux ; la carrière des Prinaux montre, pris sur le fait et en petit, le mécanisme de cet endomorphisme, produit en grand sur la périphérie du massif.

» La cordiérite a cristallisé directement dans le magma gabbroïque endomorphisé et n'est pas, comme dans les andésites du mont Dore, un résidu d'enclaves non digérées ; cela est démontré par l'abondance et l'égale distribution de la cordiérite, par la netteté de ses formes, par sa postériorité à certains autres éléments de la roche, etc. Ce minéral n'existe pas, du reste, dans les micaschistes de la région.

» La cordiérite n'a jamais été trouvée, jusqu'à présent, dans les roches de la famille du gabbro, ni dans les familles voisines, exception faite cependant de la *kersantite* de Michaelstein (Hartz), décrite par M. Max Koch (¹).

» La production *directe* de la cordiérite dans un magma *feldspathique* fondu ne doit pas toutefois étonner outre mesure ; j'ai fait voir, en effet (²), que ce minéral se forme en abondance dans les roches à facies basaltique résultant de la fusion et de la recristallisation des schistes des houillères embrasées de l'Allier et de l'Aveyron.

» Indépendamment de l'intérêt minéralogique de ce nouveau mode de production de la cordiérite, cette étude conduit à des conclusions d'un ordre plus général, en apportant un argument nouveau à la théorie de l'assimilation. Les contacts du granite de l'Ariège m'ont permis de montrer l'importance des transformations endomorphes subies par une roche *acide* par assimilation de sédiments *basiques ;* dans le massif du Pallet, la question se présente sous une autre face : il s'agit, en effet, ici d'une roche *basique* modifiée par absorption de sédiments plus *acides* qu'elle. »

(¹) *Jahrb. könig̈. preuss. geol. Landesanst.*, p. 44 ; 1887.

(²) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1060 ; 1891.

GÉOLOGIE. — *Sur le rôle de la sédimentation souterraine dans la constitution du sol d'une partie du département de l'Orne.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Ayant été amené à étudier les résultats fournis par plusieurs puits foncés dans les couches argileuses et sableuses des environs de Mortagne, j'ai été frappé des caractères généraux des roches traversées; je suis arrivé, pour expliquer leur origine, à des vues qui ne cadrent pas complètement avec les opinions courantes.

» A mes yeux, les couches dont il s'agit et qui dépassent 15^m d'épaisseur représentent toutes, sans exception, le résidu de la dissolution, opérée sur place et de haut en bas, de couches beaucoup plus épaisses, dont on retrouve la continuation restée intacte dans un voisinage plus ou moins immédiat. La démonstration de ce fait résulte, pour une part, de la découverte, à divers niveaux où ils ont été préservés de la dissolution générale par une silicification tout à fait remarquable, de débris fossiles reconnaissables.

» On admet maintenant que l'argile à silex est un résidu de dissolution de la craie, sous l'influence des eaux pluviaires; mais on pense généralement que ce manteau argileux ne peut se développer indéfiniment en profondeur, à cause de sa prétendue imperméabilité, et que jamais il ne se substitue à la formation crayeuse tout entière, qu'il a commencé par recouvrir comme d'une mince pellicule. Or, les faits que fournit l'étude du sol près de Mortagne montrent non seulement que la décalcification totale de la craie à silex a pu s'opérer, mais qu'après elle d'autres assises du terrain crétacé ont été soumises au même régime, éprouvant d'ailleurs, conjointement avec la perte du calcaire, une rubéfaction plus ou moins intense et une silicification dont les causes paraissent faciles à retrouver.

» Les coupes que j'ai reconstituées montrent, à partir d'en haut, et sous 30^{cm} environ de terre végétale, un système d'argiles recouvrant un système de sables. On y distingue :

5. Argile ocreuse à silex, 2^m.
4. Argile blanche à silex, 3^m.
3. Argile blanche sans silex, légèrement ocreuse par places, $1^m,50$.
2. Sable blanc un peu argileux, coloré par place en jaune, 4^m.
1. Sable ocreux consolidé à la partie supérieure et banc de grès à ciment ferrugineux, 6^m.

» Chacun de ces niveaux se subdivise d'ailleurs en couches plus ou moins continues. En les passant successivement en revue de haut en bas, nous devons noter d'abord les différences mutuelles des assises 5 et 4, concernant non seulement la répartition inégale de l'oxyde dc fer, mais la structure des rognons siliceux et la présence de vestiges fossiles, rares mais suffisamment nets. Si la couche rougeâtre peut dériver de la craie sénonienne, il paraît plus probable que l'argile blanche à silex provient de couches turoniennes.

» Bien que la craie turonienne soit plus ancienne que la craie sénonienne, il faut reconnaître que les argiles à silex dérivées de chacune de ces formations ont une antiquité relative inverse. C'est seulement quand la couche sénonienne a été entièrement réduite à ses résidus que l'assise turonienne a commencé à s'attaquer, la nature argileuse du manteau ocreux, quoi que l'on en ait dit, ne mettant aucun obstacle au phénomène, car cette argile, grâce au mélange d'une notable quantité de sable, est loin d'être tout à fait imperméable. Ces terrains, d'ailleurs, n'ont pas été seulement dépouillés de leur carbonate de chaux, mais aussi d'une grande quantité de silice, comme le témoigne l'état d'épuisement des silex, passés parfois à l'état d'une substance légère et poreuse n'ayant conservé que la forme externe des nodules primitifs.

» L'argile sous-jacente, parfois très blanche, peut sembler au premier abord appartenir à la catégorie des dépôts originairement accumulés dans un bassin sédimentaire; mais son examen en fait bientôt avec certitude un résidu de même ordre que les couches précédentes. On y trouve, il est vrai, des paillettes de mica blanc, auxquelles on peut attribuer une origine granitique; mais on reconnaît bientôt que presque toutes les craies renferment du mica et que, par conséquent, leur résidu ne saurait en manquer. Du reste, nous retrouvons dans cette argile des débris de coquilles analogues à celles que nous venons de mentionner. Ici, comme dans tous les autres cas dont nous avons dû nous occuper, les tests sont silicifiés et dès lors insolubles, ce qui explique leur persistance après la dissolution des roches calcaires dans lesquelles elles étaient empâtées. Il s'est même fait, à leur surface et dans leur épaisseur des dépôts siliceux tuberculeux, ou en orbicules dévoilant le mécanisme de la silicification; car nous avons trouvé des tests transformés de la même manière en pleine craie de Meudon. Ajoutons que la désagrégation des coquilles silicifiées donne des grains siliceux arrondis, parfois sphéroïdaux, tout semblables à ceux qui remplissent nos roches et dont l'origine est ainsi dévoilée.

» Mais ce n'est pas tout et il convient d'ajouter que le mode de formation précédemment attribué aux argiles s'applique sans variante aux sables sous-jacents. Tout d'abord, le fait que ces sables très peu argileux sont disposés au-dessous du système des argiles est conforme à ce que nous savons de l'allure du terrain crayeux dans la contrée, aux points où il n'a pas été démantelé. Par exemple, et suivant l'assertion de Blavier, dans les carrières de Loisé, près de Mortagne, les puits que l'on fait pour l'exploitation de la pierre blanche doivent traverser 15^m à 20^m de craie marneuse avant d'arriver au banc exploitable. Et ce qui confirme complètement notre manière de voir, c'est qu'à diverses reprises les sables, comme tout à l'heure les argiles, ont conservé des fossiles qui ne peuvent faire hésiter sur leur provenance.

» Ce qui se présente d'abord quand on examine les assises de haut en bas, c'est une couche de sable parfois blanc, mais plus souvent coloré en jaune par des infiltrations

ferrugineuses. Or ce sable n'est pas entièrement quartzeux ; on y trouve du mica et de la silice concrétionnée, parfois extrêmement abondante, et qui résulte de la désagrégation des tests fossiles. En un point, d'ailleurs ferrugineux, les coquilles déterminables sont même très abondantes et assez bien conservées pour qu'on y reconnaisse l'*Ostrea* (*Exogyra*) *columba* (variété *gigas*). Elles sont non seulement silicifiées, mais encore recouvertes de concrétions siliceuses, affectant des formes de tubercules et d'orbicules montrant en lames minces au microscope une structure arborisée ; l'épaisseur des valves est souvent remplie de géodes de quartz cristallisé. C'est au fait de leur transformation en silice que les Exogyres doivent d'avoir résisté aux causes de destruction des masses dans lesquelles elles étaient empâtées. Quant à la cause de la silicification, elle tient à la circulation souterraine de solutions très étendues de silice gélatineuse, où l'on doit peut-être voir comme la contre-partie de l'épuisement constaté dans les silex des argiles supérieures. Il y aurait là un vrai transport vertical de la silice qui se manifeste avec des caractères exceptionnels.

» On sait que l'*Ostrea columba gigas* se trouve en place dans bien des régions de la France, par exemple dans des calcaires gris exploités entre Tours et Blois et correspondant au terrain angoumien de Coquand, c'est-à-dire au turonien inférieur. Ce calcaire est d'ailleurs assez sableux pour que sa dissolution laisse un résidu représentant environ $\frac{1}{5}$ de son poids.

» Ajoutons que les sables jaunes à nodules gréseux qui se trouvent au fond de nos puits fournissent des restes de coquilles silicifiées qu'il est légitime d'attribuer à l'*Inoceramus problematicus,* fossile caractéristique de l'Angoumien.

» La conclusion de ces études, dont je n'ai pu donner ici qu'un résumé, est donc :

» 1° Que les roches dont on vient de lire la description se sont constituées depuis que la région de Mortagne est soumise au régime continental, régime qui, d'après l'épaisseur des résidus produits, doit durer depuis très longtemps ;

» 2° Que ces assises ont acquis leurs caractères actuels et comme leur personnalité géologique les unes après les autres, mais de haut en bas, de façon que les plus anciennes sont celles de la surface ; les argiles existaient sur des calcaires maintenant disparus avant l'isolement des sables ;

» 3° Que la constitution du sol dans la région de Mortagne est reproduite dans ses grandes lignes par les expériences de sédimentation souterraine dont j'ai eu récemment l'honneur d'entretenir l'Académie et qui se rapportent à un mode de formation des couches beaucoup plus efficace et beaucoup plus fréquent qu'on ne l'a cru jusqu'à présent. »

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 décembre 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. Tome XV. Décembre 1898. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Vertébrés fossiles du Portugal. Contributions à l'étude des Poissons et des Reptiles du Jurassique et du Crétacique, par H.-E. Sauvage. Lisbonne, 1897-1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Histoire de la Pomme de terre, traitée aux points de vue historique, biologique, pathologique, cultural et utilitaire, par Ernest Roze. Paris, Rothschild, 1898; 1 vol. gr. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Congrès national d'Hygiène et de Climatologie médicale de la Belgique et du Congo. Bruxelles, août 1898. Bruxelles, Hayez, 1898; 2 vol. gr. in-8°.

Graminées. Descriptions, figures et usages des Graminées spontanées et cultivées de France, Belgique, Iles Britanniques, Suisse, par T. Husnot, Lauréat de l'Académie des Sciences. 3e Livraison. T. Husnot, Cahan (Orne); 1 fasc. in 4°. (Hommage de l'Auteur.)

L'armement et la technique des feux des infanteries modernes, par le commandant V. Legros. Paris, L. Baudoin, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Boussinesq.)

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction du Secrétaire de la Société, M. E. Collignon. Paris, 1898; 1 vol. in-4°.

Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac. Vol. VI, part. IV. Washington, 1898; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 décembre 1898.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. Tome III. N° 5. Novembre 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

Annuaire pour l'an 1899, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Cornu.)

Connaissance des Temps et des mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs pour l'an 1901, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, octobre 1898; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

La suture intestinale, histoire des différents procédés d'entérorraphie, par Félix Terrier, préparateur de Médecine opératoire à la Faculté de Médecine, etc., et Marcel Baudouin, préparateur du cours de Médecine opératoire à la Faculté, etc. Paris, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Étude sur les méthodes et les instruments des nivellements de précision, par C.-M. Goulier, colonel du Génie en retraite. Paris, Imprimerie nationale, 1898; 1 vol. in-4°. Librairie Gauthier-Villars.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire. Tome XXVII. Année 1897. Melun, 1898; 1 vol. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. *Bulletin de la Société d'Astronomie*. Directeur : Joseph Vinot. Janvier 1899. Tours et Mayenne, E. Soudée; 1 fasc. in-8°.

Bibliothèque géologique de la Russie, 1896, composée sous la rédaction de M. Nikitin. Saint-Pétersbourg, Eggers et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Prof. Dr M. Menzbier et du Dr N. Iwanzow. N°s 3-4. Moscou, 1898; 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 5 décembre 1898.)

Note de M. *Joseph Perraud*, Sur une nouvelle bouillie cuprique, etc. :

Page 979, ligne 2 en remontant, à la suite du membre de phrase : M. Léo Vignon, professeur de Chimie à l'Université de Lyon...., *ajoutez* directeur de la station agronomique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. C. WOLF.

M. C. **Wolf** prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Dans quelques semaines, il se sera écoulé exactement deux siècles depuis le jour où l'ancienne Académie royale des Sciences tint sa première séance publique; cette séance eut lieu le 29 avril 1699. Nous inspirant de l'ordonnance royale de 1816 qui a rendu à la première classe de l'Institut son nom primitif, « afin de rattacher sa gloire passée à celle qu'elle-même avait acquise », nous aimons à nous dire les héritiers et les successeurs de cette illustre Compagnie et à relier nos traditions et nos travaux à ceux de nos devanciers. Il m'a donc semblé qu'en ce temps, où d'ailleurs la mode est aux centenaires, il n'était pas sans intérêt de vous rappeler cet événement, qui eut à son époque un certain retentissement, puisqu'il fut frappé une médaille pour en conserver le souvenir, et de comparer au cérémonial des séances publiques de l'ancienne Académie le programme de nos séances publiques actuelles. Cette comparaison peut n'être pas

sans profit; il me paraît possible d'en tirer des enseignements que je soumets à vos réflexions.

» Depuis sa fondation en 1666, l'Académie royale des Sciences tenait ses séances à la Bibliothèque du Roi. C'était une maison de la rue Vivien, de fort commune apparence ([1]), que le fils aîné de Colbert, l'abbé du Bec, coadjuteur de Rouen, louait au roi Louis XIV, pour le prix de 3000 livres. « La salle de réunion des Académiciens, nous dit Fontenelle, était la plus » petite de la Bibliothèque du Roi, et ils avaient peine à y trouver place » pour leurs expériences de Chimie et leurs dissections anatomiques. » Pourtant, l'Assemblée n'était pas nombreuse, seize académiciens et cinq élèves. Il leur eût donc été impossible d'y tenir des séances publiques.

» En 1699, le roi, sur la proposition de M. Ponchartrain, donna à l'Académie son premier règlement, et, en même temps, il lui accordait, pour y tenir ses séances et y installer ses collections, les salles du Louvre qu'on appelait le *petit appartement de Sa Majesté*. La pièce principale, la salle des séances, porte aujourd'hui le nom de *salle Henri II*. C'est là qu'eut lieu la première des assemblées publiques que, aux termes de son nouveau règlement, l'Académie devait tenir deux fois chaque année, l'une le premier jour d'après la Saint-Martin, et l'autre le premier jour d'après Pâques.

» Toutes personnes avaient entrée aux séances publiques. Celles qui se présentaient étaient introduites par deux suisses, que Antoine Couplet, le trésorier de l'Académie, avait loués pour la circonstance; les *Comptes des bâtiments du Roi* nous apprennent que leur salaire était de 15 livres. Les auditeurs prenaient place dans la salle, toute tendue de tapisseries des Gobelins, autour des tables où se tenaient les Académiciens; les dames, car il en vint quelques-unes « à qui il appartenait, dit le *Mercure galant*, » d'être curieuses d'un spectacle qui aurait si peu touché les autres », les dames étaient conduites dans des tribunes qui régnaient tout autour de la salle et qui étaient fermées de jalousies. La précaution, il faut l'avouer, ne fut pas toujours inutile; certains chirurgiens de l'Académie s'avisèrent parfois de donner, en séance publique, des lectures peu faites pour être entendues par des oreilles féminines. Nous sommes aujourd'hui plus discrets.

» Ces séances de l'ancienne Académie étaient des séances de rentrée. Le règlement de 1699 lui donnait, en effet, des vacances. « Les vacances

---

([1]) Germain Brice.

» de l'Académie commenceront, dit-il, au huitième de septembre et fini-
» ront l'onzième de novembre, et elle vaquera en outre pendant la quin-
» zaine de Pâques, la semaine de la Pentecôte, et depuis Noël jusqu'aux
» Rois. » En tout, cent jours de vacances par an. Mais il faut dire que, le reste du temps, l'Académie tenait deux séances par semaine, le mercredi et le samedi. Aujourd'hui, nous n'avons plus de vacances... en droit; les règlements de 1796 et de 1816 les ont supprimées par prétérition. Mais vous n'êtes plus astreints, Messieurs, à la présence régulière. Et lorsque vient le temps des vacances, obéissant à l'entraînement général, chacun de vous s'en va vers la montagne ou à la mer, laissant votre Président et vos Secrétaires perpétuels tenir consciencieusement chaque semaine la séance obligatoire devant des fauteuils presque tous inoccupés et la lever, après avoir vainement attendu des Communications qui ne viennent pas. Cette désertion, je crois le savoir, n'est point particulière à l'Académie des Sciences; il s'ensuit que la séance annuelle de l'Institut du 25 octobre est devenue, en fait, une séance de rentrée, et qu'il en est de même des séances publiques de chacune des Académies. La force des choses nous a ainsi ramenés à l'ancien régime, ce qui prouve que l'ancien régime avait du bon.

» La séance du 29 avril 1699 fut présidée par l'abbé Bignon, qui l'ouvrit, dit le procès-verbal, « par un petit discours sans préparation,
» pour apprendre aux auditeurs étrangers, qui étoient en grand nombre,
» ce que c'étoit que les assemblées de l'Académie, et pour les advertir que
» celle-là, quoique publique, se passeroit à l'ordinaire ».

» Le *Mercure galant* corrige par quelques détails la sécheresse du procès-verbal. « M. l'abbé Bignon dit que ceux qui estoient venus dans ce lieu se
» seroient trompés, s'ils s'estoient attendus à quelque ouverture étudiée et
» à des discours éloquens, que l'Académie françoise avoit pour son par-
» tage l'art de la parole avec tous ses agrémens, mais que l'Académie des
» Sciences n'aspiroit qu'à la vérité et souvent à la vérité la plus sèche et la
» plus abstraite; qu'il luy suffisoit que le vrai pût estre utile, et qu'elle le
» dispensoit d'estre agréable; que cette séance, quoiqu'elle fût publique,
» ne différeroit en rien d'une séance particulière, sinon en ce qu'elle
» seroit peut-estre moins utile et moins curieuse, parce qu'ordinairement
» quand un académicien parloit, on l'interrompoit ou pour luy demander
» des éclaircissemens, ou pour luy faire des objections, et que souvent
» ces pensées nées sur le champ se trouvoient excellentes, mais qu'il estoit

» à craindre que le respect qu'impose le public n'étouffât toutes ces pro- » ductions soudaines ; qu'en ce cas là, ayant l'honneur de présider à la » Compagnie, il tâcheroit de suppléer à ce défaut et qu'il hazarderoit les » pensées qui lui viendroient à l'esprit. »

» Cette réflexion de l'abbé Bignon, il n'est aucun d'entre nous qui ne l'ait faite pour son propre compte, au sujet de nos séances hebdomadaires qui, primitivement fermées, se sont d'abord entr'ouvertes pour quelques privilégiés, puis, par un relâchement progressif de la discipline originelle, se sont ouvertes à tout venant. Aujourd'hui, sans qu'aucun règlement soit intervenu, toutes nos séances sont publiques. Sortant un jour d'une de ces réunions, où s'était produite une Communication d'un haut intérêt, sur une question de Physiologie, notre spirituel et regretté confrère l'amiral Jurien de la Gravière me disait : « Combien que je regrette que nos séances soient » publiques ! J'aurais aimé à demander à Brown-Séquard des explications sur » plusieurs points de son travail que je n'ai pu entièrement comprendre. » Mais comment, en présence du public, risquer de dire des bêtises ? » Heureuses les Académies où, les portes closes, chacun peut, en interrogeant ses confrères, s'instruire des choses qui sont en dehors de ses études habituelles, sans risquer de faire montre d'ignorance !

» Je ne sais si les lectures faites à la séance du 29 avril suscitèrent beaucoup d'intéressantes remarques, le procès-verbal est muet sur ce point. Et il est bien à croire, d'après la nature de ces Communications, que l'abbé Bignon, qui n'était pas un savant, dut se trouver fort empêché de tenir sa promesse. J.-D. Cassini lut un Mémoire sur le retour des comètes, dans lequel, au milieu de singulières erreurs, on trouve l'énoncé très exact des caractères auxquels peut se reconnaître une comète à ses retours successifs, et surtout des considérations fort originales sur ce que nous appelons aujourd'hui les *familles de comètes,* dont Cassini semble avoir pressenti l'existence, ainsi que sur les causes qui peuvent amener la perte de ces astres si singuliers. Un pareil sujet dépassait de beaucoup la portée de l'intelligence de la majeure partie des auditeurs, et il est à croire que même les autres astronomes de l'Académie, Jacques Cassini, Philippe de La Hire et son fils, écoutèrent, sans faire aucune observation, l'œuvre de leur maître et, avec le reste de l'Académie et du Public, se contentèrent d'admirer. Le chimiste Homberg, le mathématicien Varignon lurent ensuite de longs Mémoires sur des sujets d'un intérêt fort secondaire, et le public fut peut-être en droit de

trouver que l'Académie ne s'était pas mise en frais pour piquer sa curiosité, et que, en dépit des précautions oratoires du président, la vérité eût gagné à être présentée sous une forme moins sèche et moins abstraite.

» Je ne serais pas éloigné de croire que cette première épreuve ait été l'origine d'une modification des idées de l'abbé Bignon. Soucieux du bon renom de l'Académie, il comprit qu'une séance publique ne peut être une séance ordinaire et que le choix des lectures n'y peut être abandonné au hasard du moment. Le 3 avril de l'année suivante, il fit décider que désormais tout Académicien nouvellement reçu à une place d'associé ou de pensionnaire serait tenu de prendre la parole à la première Assemblée publique qui suivrait sa réception. A aucune époque, la réception d'un nouveau Membre de l'Académie des Sciences n'a donné lieu à ces solennités littéraires qui, dans une autre Académie, attirent sous ce dôme un public d'élite. Mais, en vertu de cette décision, la lecture à laquelle elle obligeait tout nouveau Membre de l'Académie des Sciences devenait son discours de réception, et il devait apporter tous ses soins et au choix et à l'exposition de son sujet. L'épreuve eut tout le succès que pouvait attendre l'abbé Bignon. A la séance suivante, le 21 avril, le chimiste Lémery apportait à l'Académie et au public sa fameuse expérience de la reproduction artificielle des volcans, et il en déduisait l'explication des feux souterrains, des tremblements de terre, des ouragans, de l'éclair et du tonnerre. Sans doute, cette explication de Lémery nous fait sourire aujourd'hui : qui sait ce que dans cent ans nos successeurs penseront de nos théories actuelles? Mais combien elle devait paraître vraisemblable aux spectateurs que Lémery rendait témoins de sa merveilleuse expérience, dans cette cave de la rue Galande où, au dire de Fontenelle, il avait installé son laboratoire, dans cet antre magique éclairé de la seule lueur des fourneaux et du volcan !

» L'année 1701 vit naître une innovation bien plus importante. « Selon » ce qui a été réglé depuis peu par M. le Président que, quand un Acadé- » micien sera mort, le Secrétaire de la Compagnie feroit une petite histoire » de sa vie dans la prochaine séance publiuue, j'ay fait, dit Fontenelle, » celle de feu M. Tauvry. » Telle fut l'origine bien modeste d'une institution qui, continuée jusqu'à nos jours, n'a pas peu contribué à la gloire de l'Académie et a donné un vif attrait à nos séances annuelles, Tauvry fut le premier d'une longue liste de savants dont nos Secrétaires perpétuels ont écrit les éloges, et la courte Notice que lui a consacrée Fontenelle est

peut-être le seul titre qui ait sauvé de l'oubli le nom de cet anatomiste inconnu [1].

» Ces éloges ne furent d'abord, comme l'avait voulu l'abbé Bignon, que de petites histoires de la vie des Académiciens. Puis, peu à peu, la plume diserte et élégante de Fontenelle leur donna plus d'ampleur. Des travaux si variés de ses confrères il eut l'art de donner une exposition claire, accessible à tous et qui n'a pas peu servi à les faire connaître du public; et, ce qui nous est bien plus précieux que cette analyse un peu superficielle, il traça, des nombreux Académiciens qu'il avait connus dans sa longue carrière, des portraits dessinés avec tant de finesse et de vivacité, que nous y voyons revivre ces hommes dont le plus souvent la modestie, aussi grande qu'était grand leur savoir, nous eût dérobé, sans son heureuse indiscrétion, les vertus intimes et les mérites privés.

» Après lui, avec des talents divers, Dortous de Mairan, Grandjean de Fouchy, Condorcet, continuèrent cette tradition que l'Académie des Sciences a heureusement conservée. Les noms de Cuvier, Fourier, Arago, Flourens, Dumas, rappellent des morceaux d'éloquence dont l'Académie française a consacré le mérite littéraire en appelant à elle la plupart de nos Secrétaires perpétuels. Et aujourd'hui encore, sans aller, comme Voltaire, jusqu'à souhaiter qu'il mourût un Académicien par semaine afin d'avoir le plaisir d'entendre son éloge de la bouche de nos Secrétaires, nous pouvons leur dire avec l'abbé Bignon s'adressant à Fontenelle qui venait de lire l'éloge du grand Cassini : « Nous ne sentons jamais » mieux le bonheur que nous avons de vous posséder, Messieurs, que » quand il se présente des sujets au-dessus des écrivains même les plus » habiles... Je n'entreprendray pas cependant votre éloge, à moins que » vous ne vouliez me prêter le talent de vous louer aussi dignement que » vous savez louer les autres. »

» Mais, dans les Académies, la mort travaille avec tant d'activité que nous ne pouvons imposer à nos Secrétaires perpétuels la tâche d'écrire les éloges de tous ceux d'entre nous qui disparaissent. Aussi est-il dans nos usages qu'à la fin de chaque année le Président nous rappelle en quelques

---

[1] Tauvry, né à Laval en 1669, avait soutenu une thèse de Logique à l'âge de 9 ans et avait été reçu docteur en Médecine à 15 ans. Sa mort prématurée ne lui permit pas de produire les fruits que promettait une précocité aussi extraordinaire.

mots les pertes que nous avons éprouvées. Vous ne demandez pas à ces courtes Notices une exposition complète des travaux de ceux que nous avons perdus; c'est dans nos séances ordinaires que cette exposition nous est présentée par leurs successeurs, suivant une coutume introduite depuis peu. Je dois vous parler surtout du confrère et de l'ami; c'est le cœur et non l'esprit qui doit dicter mes paroles; et ce me sera une tâche facile en vous parlant de celui qui nous a quittés cette année. Aimé Girard, bien qu'entré tout récemment à l'Académie, était pour moi, et pour beaucoup d'entre nous, un ami de longue date.

» Aimé Girard était né à Paris en décembre 1830. Dès 1854, Pelouze, son premier maître, lui confiait la direction de son laboratoire; nous le trouvons ensuite conservateur des collections, puis répétiteur à l'École Polytechnique. A cette période de sa vie, sa voie scientifique n'a pas encore de direction assurée. On le voit s'adonner à des travaux de Chimie pure, puis à des recherches théoriques et pratiques sur la Photographie. C'est à ces dernières études qu'il dut d'accompagner notre confrère, le colonel Laussedat, à Batna, puis à Salerne, pour l'observation des éclipses de Soleil de 1860 et de 1867. Mais, en 1871, il était appelé à la chaire de Chimie industrielle du Conservatoire des Arts et Métiers, et, quelques années après, à celle de Technologie agricole à l'Institut agronomique. Sa vocation était dès lors fixée. C'est à la Technologie industrielle d'abord, puis à la manipulation des produits agricoles et enfin, par une pente toute naturelle, à la culture même des plantes qui fournissent ces produits qu'il va désormais consacrer ses efforts, et en même temps notre confrère va trouver dans ses nouvelles fonctions l'emploi de ses aimables qualités naturelles. Il ne s'agissait plus seulement de professer de belles théories devant des auditeurs charmés par son savoir et l'élégance de sa parole. Il fallait pénétrer dans les usines, s'initier aux procédés de fabrication; il fallait se mettre en relation avec les agriculteurs, et l'on sait quelle est trop souvent la défiance du praticien en présence de la Science pure. Mais, nous disait un témoin et un bon juge [1] de l'habile stratégie employée par Aimé Girard pour vaincre ces résistances, « avec une affabilité naturelle, une gaieté franche, une loyauté sans conteste, un désintéressement bien reconnu, il avait le nécessaire pour forcer l'entrée des usines; » il y fit une éducation professionnelle achevée, remarquable par l'étendue

(1) M. Schlœsing.

» et la variété. Séduits par ce charmeur, les industriels devenaient vite et » restaient ses amis; ils lui donnaient sans réserve les renseignements » inédits dont il enrichissait ses leçons. En retour, il les faisait largement » profiter de son savoir et de son expérience. »

» Auprès des agriculteurs, le succès fut le même et pour les mêmes causes. Lorsque, après une étude approfondie de la végétation de la pomme de terre dans des cultures d'essai à la ferme de la Faisanderie, il convia les agriculteurs à contrôler ses méthodes, il lui vint presque immédiatement quarante collaborateurs; quelques années après, ils étaient six cents. Aimé Girard eut ainsi la joie d'obtenir la plus précieuse récompense que puisse ambitionner un savant : voir adopter ses méthodes et par elles s'accroître la richesse agricole de son pays.

» Ses recherches ont porté, avec un égal succès, sur quatre des produits les plus importants de notre agriculture : le blé, la betterave, la pomme de terre et la vigne. J'appellerai seulement votre attention sur le blé et son dérivé le plus utile, le pain. La question est intéressante, et vous savez qu'elle préoccupe encore le public, dont l'opinion flotte entre le pain blanc et le pain dit *complet*. Devons-nous manger ce beau pain blanc que nous vendent les boulangers de Paris, ou est-il moins nourrissant que le pain fabriqué avec une farine dans laquelle entreraient, je ne dis pas tous les éléments du grain de blé, personne n'en voudrait faire usage, mais une partie du son que sépare le blutage? Les résultats des expériences d'Aimé Girard, à qui nous devons le pain blanc, sont si nets, si concluants, qu'il me semble que, s'ils étaient bien connus, toute indécision cesserait.

» Le grain de blé est formé de trois parties : l'enveloppe, le germe et l'amande farineuse. Les partisans du pain complet prétendent que l'on obtiendrait l'aliment le plus nutritif en fabriquant une farine qui comprendrait tous ces éléments. L'enveloppe et le germe en effet, et c'est ce que démontrent les analyses d'Aimé Girard, sont riches en matières azotées et phosphorées, c'est-à-dire en matières éminemment nutritives, plus riches même que l'amande. Mais ses expériences font voir aussi que l'enveloppe, c'est-à-dire le son, est absolument indigeste; qu'il traverse tout l'organisme humain sans être le moins du monde altéré. Manger du pain complet, composé de la farine et du son, c'est donc ingérer une substance dont les deux tiers seulement sont assimilables, l'autre tiers parfaitement inutile. Je sais bien que cet autre tiers donne au pain une saveur particulière et

certaines propriétés qui le font rechercher quand il est frais : c'est alors, comme le disait Aimé Girard, ou un pain de luxe ou un pain médicinal. Mais ce ne peut être le pain ordinaire, car dans l'enveloppe et aussi dans le germe, existent un ferment particulier et une huile qui rancit très aisément et qui ont la fâcheuse propriété d'altérer bien vite le gluten et l'amidon du blé et de rendre la pâte du pain grasse, lourde et bise. Quand vous mangerez votre beau pain blanc de chaque jour, souvenez-vous que c'est à Aimé Girard que vous le devez.

» L'Académie a perdu aussi quatre de ses Correspondants, M. Demontzey, à Aix, M. Souillart, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, M. Pomel à Alger et M. Cohn à Breslau.

» M. Souillart, Correspondant de la Section d'Astronomie, est mort au commencement du mois de mai dernier, un an juste après avoir reçu par son élection la légitime récompense de ses travaux. La vie de ce savant modeste est un exemple de ce que peut un labeur persévérant, s'attachant à un seul et unique sujet. De sa thèse de doctorat, qu'il soutint en 1865, jusqu'à son dernier Mémoire publié en 1896 dans le *Bulletin astronomique*, Souillart s'est consacré à l'étude de la théorie des satellites de Jupiter et, ce qui n'est pas un mince éloge, il a réussi à apporter d'importants compléments au chef-d'œuvre de Laplace. Le petit monde de Jupiter est une réduction, dans l'espace et dans le temps, de ce qu'est le Monde solaire. « Bien que les observations de ces satellites ne remontent qu'à deux » siècles, dit Laplace, ils nous ont offert, par la promptitude de leurs révo- » lutions, tous les grands changements que le temps ne développe qu'avec » une extrême lenteur, dans le système planétaire dont celui des satellites » est l'image. » Les recherches analytiques de Souillart sur ce sujet important reçurent une première consécration par leur publication dans les *Mémoires de la Société royale astronomique de Londres;* le deuxième Mémoire, qui contient la réduction des formules en nombres, a été inséré par l'Académie dans le Tome XXX des *Savants étrangers;* enfin l'ensemble de ses travaux a servi de base à l'exposition que notre regretté confrère Tisserand a faite de la théorie des satellites de Jupiter dans son *Traité de Mécanique céleste :* c'est en dire toute la valeur. Cependant le travail de Souillart n'est pas entièrement achevé, et son désir, sur la fin de sa vie, était, nous a dit notre confrère M. Callandreau, « de le voir poursuivre » par un jeune astronome jusqu'à la construction des Tables. Sans doute

» il s'agit là d'une entreprise de longue haleine qui réclame de la persé-
» vérance. Mais l'exemple même de M. Souillart ne montre-t-il pas tout
» le profit qu'il y a pour un savant à ne pas disperser ses efforts? » Ce vœu de notre Correspondant et de notre confrère, je le répète ici avec l'espoir qu'il sera entendu.

» J'ai connu M. Souillart en 1854 au lycée de Metz où il fut envoyé à sa sortie de l'École Normale. C'était une nature timide et modeste, mais pleine de cœur et fidèle aux amitiés du premier jour. La vie ne lui fut pas toujours douce et heureuse. Ses dernières années furent attristées par la perte d'un fils déjà grand en qui il avait mis toutes ses espérances; il trouva dans le travail et surtout dans ses croyances religieuses la force de supporter ce coup. Son élection à une place de Correspondant fut aussi pour lui une consolation que la Section d'Astronomie avait été heureuse de demander pour lui à l'Académie.

» Bien différente de la vie calme et retirée de M. Souillart, fut la carrière de M. Pomel, que la Science et la politique se disputèrent l'une à l'autre, faisant tour à tour d'un humble garde des Mines un Correspondant de l'Institut, et d'un déporté de Lambessa un sénateur de la République. Auguste Pomel était né à Issoire, le 20 septembre 1821. Lorsque vint l'âge de la conscription, les modestes ressources de sa famille ne permirent pas de l'exempter du service militaire; mais déjà il s'était fait connaître par de bons travaux de Botanique et de Paléontologie, et la haute influence de Brongniart et de Dufrénoy sut le tirer de la caserne de Vincennes pour l'attacher au Muséum d'abord, puis à l'École des Mines, où il fut chargé de classer et de cataloguer les collections des plantes fossiles. Il reçut en 1846 le titre de garde des Mines.

» Un coup de tête lui fit abandonner cette position et il retourna en Auvergne travailler auprès de Bravard, son premier maître. Cette collaboration allait changer complètement sa vie. Au Coup d'État, signalé comme disciple et ami d'un républicain d'action dont il partageait les opinions exaltées, il fut arrêté et interné en Algérie. Telle fut l'origine assez singulière de ses travaux sur la géologie de ce pays, auxquels il doit surtout sa réputation. Il fit venir à Oran toute sa famille, s'établit comme colon et, le crédit d'Élie de Beaumont, qui ne l'avait pas oublié, lui ayant obtenu, en 1856, sa réintégration dans son grade de garde des Mines, il fut chargé de l'étude géologique de la circonscription de Milianah, puis de la province

d'Oran en 1859. Il resta dans cette ville jusqu'en 1870, sous la direction d'un ingénieur en chef, M. Rocard, qui, reconnaissant la valeur de son subordonné, lui laissa toute liberté pour l'étude et le classement de ses documents paléontologiques.

» Cette période de la vie de M. Pomel fut la plus féconde en travaux scientifiques. Il en dépensa les premières années en des explorations géologiques et botaniques. Puis, lorsqu'un accident, une fracture du pied survenue à la suite d'une chute pendant qu'il accompagnait le général Colonieu dans l'expédition d'Ouargla, l'eut condamné au repos, il mit à profit ses loisirs forcés en les employant à la publication de ses études sur les Spongiaires, les Bryozoaires, les Ammonites et les Échinides de la province d'Oran, Ouvrage considérable, dont toutes les planches ont été dessinées par l'aînée de ses filles.

» A la chute de l'Empire, la qualité d'ancien déporté était pour Pomel un titre incontestable à une charge publique; il fut nommé membre et président de la Commission municipale d'Oran. Mais il se trouva que l'ancien déporté, en raison de sa connaissance de l'Algérie et surtout du département d'Oran, put rendre à ce pays des services signalés, dont le suffrage populaire le récompensa en le nommant membre du Conseil général qu'il présida, et enfin sénateur en 1876. Il est bien vrai que son activité scientifique fut un peu entravée par ces multiples fonctions; mais, par compensation, son séjour à Paris lui permit de se retremper dans la fréquentation du monde savant. Il contribua activement à la création de l'École supérieure des Sciences d'Alger, dont il fut directeur en même temps que professeur de Géologie. En 1881, il renonça à la vie politique.

» Revenu en Algérie, il prit part à la construction de la Carte géologique de ce pays, et il en devint directeur en 1885. L'âge de la retraite arriva pour lui en 1891; son dernier travail fut la publication en treize fascicules des monographies des Vertébrés quaternaires de l'Algérie.

» L'Académie lui avait décerné, en 1889, le titre de Correspondant. Il est mort le 2 août de cette année.

» Ferdinand Cohn, professeur de Botanique et directeur de l'Institut de Physiologie végétale à l'Université de Breslau, naquit dans cette ville le 14 janvier 1828. Disciple de Müller, de Mitscherlich et d'Ehrenberg, docteur à dix-neuf ans, fondateur en 1866 du premier laboratoire de Physiologie végétale qui ait fonctionné en Allemagne, il eut l'honneur de former

des élèves tels que Weigert, Schrœter et surtout Robert Koch qui, après Pasteur, a été le principal promoteur des applications de la Bactériologie à la Médecine et à l'Hygiène.

» Convaincu de bonne heure que les êtres les plus simples remplissent, dans l'économie de la nature, un rôle plus important que celui qu'on leur attribuait de son temps, que leur étude fait pénétrer plus profondément dans les problèmes obscurs de la Biologie et conduit à mieux connaître les lois de la vie des êtres supérieurs, c'est vers ces organismes inférieurs, Algues, Champignons, Infusoires et Bactéries, que Cohn a surtout porté son attention. Il constate la présence universelle de ces végétaux microscopiques dans l'air, sur la neige, dans les eaux et jusqu'au fond des mines. Il en institue la culture, classe les formes et précise les affinités, inaugurant ainsi, nous disait M. Van Tieghem, l'ère des recherches si fécondes en applications de toutes sortes dont, à la suite des découvertes de Pasteur, ces plantes ont été l'objet depuis vingt-cinq ans.

Prosper Demontzey, Correspondant de la Section d'Économie rurale depuis 1882, était né à Saint-Dié le 21 septembre 1831. Élève de l'École forestière et finalement administrateur des forêts, il s'est fait connaître par d'importants travaux sur le reboisement des montagnes et son influence sur le régime torrentiel des rivières qui en descendent. Il est mort à Aix le 20 février dernier.

» Vous me reprocheriez, Messieurs, d'oublier, dans l'énumération des pertes que nous avons subies, celle de M. Gauthier-Villars. Bien qu'il ne fût pas Membre de l'Académie, Gauthier-Villars nous appartenait, parce qu'il s'était donné à l'Académie dont, pendant plus de trente ans, il a édité toutes les publications avec un soin et un dévouement sans pareils. La foule des savants qui se pressaient aux funérailles de cet homme de bien a témoigné de la grandeur des services qu'il a rendus à la Science et à son pays. Je devais, en rappelant aujourd'hui son nom, rendre un dernier hommage à sa chère mémoire.

» Si la disparition de ceux que la mort nous enlève attriste nos cœurs, nous éprouvons d'un autre côté un allégement à notre peine à la vue de cette nombreuse phalange des lauréats de nos prix dont M. le Secrétaire perpétuel va proclamer les noms. Nous voyons parmi eux nos successeurs,

et la valeur de leurs travaux actuels nous est garant de ce qu'ils feront après nous. A l'origine de l'ancienne Académie des Sciences, chaque titulaire se choisissait un élève, qu'il formait et qui tout naturellement était désigné pour les vacances qui venaient à se produire. Aujourd'hui le recrutement de l'Académie se fait dans un champ plus vaste; dans la foule des jeunes savants qui peuplent nos écoles et nos laboratoires, nos Commissions nous désignent chaque année ceux qui ont le mieux mérité et marquent ainsi les futurs candidats à l'Académie. Ce serait un travail bien intéressant et bien digne de vous être présenté, si votre Président pouvait, dans cette séance, vous tracer le résumé des travaux que vous couronnez et en mettre en relief les mérites et la nouveauté. Mais quel est le président qui pourrait se targuer d'un savoir assez universel pour apprécier à leur juste valeur des productions si nombreuses et si diverses, depuis les conceptions les plus ardues des mathématiciens jusqu'aux analyses les plus fines des physiologistes et des anatomistes? Nos Secrétaires perpétuels euxmêmes ne suffiraient pas à la tâche. Je me garderai bien de l'essayer.

» L'abbé Bignon n'avait pas un pareil souci; de son temps, l'Académie des Sciences ne possédait aucun revenu; comme tous les établissements scientifiques d'alors, elle ne subsistait que des largesses qu'elle pouvait obtenir de la faveur royale; elle ne pouvait donc décerner des prix. En 1715, un conseiller honoraire au Parlement de Paris, Rouillé de Meslay, lui légua une somme de 125000 livres, dont le revenu devait être employé à récompenser les meilleurs travaux sur les Mathématiques et l'Astronomie. Les lauréats de ces prix s'appellent Mac Laurin, Jean et Daniel Bernoulli, Bouguer, Euler, Lagrange, Coulomb, Méchain et Delambre : nos lauréats d'aujourd'hui peuvent être fiers de figurer sur une liste en tête de laquelle sont inscrits de pareils noms.

» D'autres prix extraordinaires, puis, à la fin du XVIIIe siècle, les fondations de M. de Montyon, accrurent les ressources de l'Académie, qui, à l'époque de la suppression de cette illustre Compagnie, s'élevaient à près de 9000 livres de rente.

» Nos revenus annuels sont beaucoup plus considérables, et, au lieu de trois ou quatre prix, nous pouvons en décerner plus de soixante-dix. Oh! l'Académie n'en est pas plus riche, elle n'est que le mandataire chargé par de généreux donateurs de distribuer ce revenu suivant des intentions le plus souvent étroitement définies. L'administration de cette fortune, l'attribution de ces prix n'est pas une de ses moindres tâches, ni une des

moins utiles, en raison de l'émulation qu'elle suscite et entretient parmi les jeunes savants. Et nous devons, au nom de la Science française, un hommage reconnaissant à la mémoire des bienfaiteurs dont la libéralité nous assure les moyens de stimuler leur zèle dans tous les genres de recherches. Cette année encore, nous disposons de deux prix nouveaux. Nous devons l'un à M. Estrade-Delcros qui, en 1893, a légué toute sa fortune à l'Institut et fondé un prix biennal de 8000^{fr} dans chacune des cinq Académies; l'autre à M. Wilde, président de la Société scientifique de Manchester, qui aura la joie d'être témoin des progrès accomplis sous son inspiration.

» Mais, il faut bien le dire, les parts attribuées aux différentes Sciences sont fort inégales. Et puisqu'un astronome a le grand honneur de présider cette séance, vous lui permettrez de signaler la pauvreté des prix attribués à l'Astronomie : quatre prix d'une valeur totale de 2800^{fr}! Ils ont tous les quatre été fondés par des astronomes, et l'Astronomie n'enrichit pas ses serviteurs. Aujourd'hui que la libéralité de l'État et des villes, que la munificence d'un ami de la Science dont il n'est pas nécessaire de vous dire le nom, ont restauré en France quelques-uns des observatoires qui, au siècle dernier, y étaient si nombreux et si actifs, il serait bien désirable que nous puissions encourager les vocations astronomiques par des récompenses moins limitées. Il y a à l'observatoire de Nice un jeune astronome [1] qui, sur les 450 petites planètes que nous connaissons, en a découvert 100 à lui seul : nous avons pu lui donner jadis un prix de 500^{fr}!

» Vous serez heureux d'apprendre, Messieurs, que le cri de détresse de la Section d'Astronomie a été entendu, au moins en partie : un généreux anonyme vient d'offrir à l'Académie une somme de 1500^{fr}, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles qui ont été découvertes à l'observatoire de Nice.

» Puisse cet exemple trouver des imitateurs qui, par des fondations perpétuelles, nous mettent à même de récompenser, d'une façon plus digne de l'Académie, les courageux adeptes de la plus noble, mais aussi de la plus pénible des Sciences! »

---

(1) M. Charlois.

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1898.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Darboux, C. Jordan, Hermite;
Picard et Poincaré, rapporteurs.)

La Commission décerne le prix à l'auteur du Mémoire n° 3, elle accorde une mention honorable au Mémoire n° 2.

La question mise au concours était :

Chercher à étendre le rôle que peuvent jouer en Analyse les séries divergentes.

Quatre Mémoires ont été soumis au jugement de l'Académie.

Le Mémoire n° 1, portant pour épigraphe ὁ βίος βραχῦς, ἡ δὲ τέχνη μάκρη, contient un certain nombre de résultats intéressants se rapportant à la fonction entière dont les zéros sont les nombres premiers et à la distribution des nombres premiers; malheureusement on ne voit pas très bien quel lien rattache ces résultats à la question posée par l'Académie. L'auteur a, il est vrai, introduit au début une notation symbolique qui lui permet de combiner formellement les séries divergentes, d'après les mêmes règles que les séries convergentes ; mais il semble que cette considération, d'ailleurs sans intérêt par elle-même, ne lui soit d'aucune utilité réelle dans la suite de son travail. La Commission a donc dû écarter le Mémoire n° 1,

malgré les vues ingénieuses qui y sont exposées, comme ne traitant pas la question proposée.

Le Mémoire n° 4, portant pour épigraphe *Simplex sigillum veri*, reste également un peu à côté de cette question; il s'en éloigne moins cependant. Si deux séries sont convergentes, par exemple, pour $x < 1$, mais deviennent divergentes pour $x = 1$, quelle est la limite vers laquelle tend le rapport des sommes de ces deux séries quand x tend vers 1? Telle est la question que l'auteur se pose d'abord et qu'il résout dans un cas très étendu. On remarquera l'analogie de ce problème avec celui que s'est posé M. Darboux dans son Mémoire aujourd'hui classique sur les fonctions de très grands nombres; on ne doit donc pas s'étonner si les résultats sont ceux de M. Darboux, présentés sous une autre forme et généralisés.

Le reste du Mémoire est consacré à la théorie des fonctions entières. Le genre d'une fonction entière dont les zéros sont

$$a_1, \quad a_2, \quad \ldots, \quad a_n, \quad \ldots$$

dépend de la rapidité avec laquelle la série $\sum \frac{1}{a_n}$ diverge. Tel est le lien assez lâche qui rattache encore cette théorie des fonctions entières à la question proposée.

Ce problème, extrêmement difficile, a été l'objet de travaux déjà nombreux dans le cas général. L'auteur n'est pas arrivé à des résultats plus précis que ses devanciers; mais il a habilement profité des méthodes qu'ils avaient créées pour obtenir des propositions intéressantes qui restent vraies toutes les fois que l'on fait certaines hypothèses sur la distribution des zéros.

Tout cela malheureusement ne se rapporte que trop indirectement à la question posée, de sorte que la Commission a cru devoir écarter le Mémoire n° 4 comme elle avait fait du Mémoire n° 1.

Les mêmes raisons n'existent pas pour le Mémoire n° 2, qui porte pour épigraphe Ὥς εἴπους ὑπὸ πόσσιν, etc. L'auteur de ce Mémoire a obtenu une série de résultats bien dignes d'intérêt et se rapportant directement au problème proposé. Il cherche d'abord à déterminer les points singuliers d'une fonction définie par une série de Taylor, connaissant les coefficients du développement. On sait depuis longtemps déterminer les points singuliers qui se trouvent sur le cercle de convergence: c'est ce qu'ont fait M. Darboux et M. Hadamard. L'auteur applique des méthodes analogues, mais il les combine avec la méthode de sommation de M. Borel, ce qui lui permet

de déterminer également les points singuliers qui se trouvent sur le périmètre de la région de sommabilité où cette méthode est applicable.

L'auteur du Mémoire donne également une généralisation de cette méthode de sommation de M. Borel; généralisation que, par une coïncidence curieuse, nous retrouvons également dans le Mémoire n° 3. Il définit ainsi des régions de sommabilité plus étendues et peut déterminer les points singuliers qui se trouvent sur le périmètre de ces nouvelles régions.

Par une généralisation facile d'un théorème de M. Hadamard, il montre comment on peut déduire les points singuliers de la série

$$\Sigma c_n u_n(z)$$

quand on connaît ceux des séries

$$\Sigma u_n(z) \lambda^n, \quad \Sigma c_n t^n.$$

Dans la seconde partie de son travail, l'auteur s'efforce de calculer la valeur d'une fonction définie par une série de Taylor (ou plus généralement par une série de polynomes) en des points où cette série diverge et de résoudre ce problème dans des régions de plus en plus étendues. Il y parvient par une combinaison de toutes les méthodes connues : multiplication de la série par un polynome pour faire disparaître les pôles, méthode de M. Borel et ses généralisations, considération du développement de la fonction inverse, emploi de la représentation conforme.

Il y a une combinaison ingénieuse des procédés proposés, mais nous n'y trouvons pas l'invention d'une méthode véritablement nouvelle. Nous ajouterons que les résultats ne s'appliquent pas aux séries de Taylor dont le rayon de convergence est nul, mais seulement à celles dont le rayon de convergence est fini. Or, pour celles-ci, le problème est virtuellement résolu depuis longtemps par la méthode classique du prolongement analytique, et les solutions nouvelles qu'on en a données depuis pourront être plus rapides, mais non pas plus complètes.

Bien qu'inférieur au dernier Mémoire qui nous reste à examiner, le Mémoire n° 2 a semblé, à la Commission, digne d'une mention honorable.

L'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 3 et portant pour devise une phrase de Gauss est un géomètre qui a beaucoup réfléchi sur les principes fondamentaux de l'Analyse, et il aime à mettre en lumière les idées qui l'ont guidé. Aussi, en dehors de résultats positifs dont quelques-uns sont, comme on va voir, d'un grand intérêt, ce Mémoire contient encore des

vues judicieuses et originales qui en rendent, dans maintes pages, la lecture attrayante, et l'indication de problèmes variés dont l'étude semble devoir être féconde. Dans le premier Chapitre, on trouve d'abord diverses considérations sur l'ordre d'infinitude d'une fonction d'une variable réelle x, quand celle-ci augmente indéfiniment par valeurs positives; c'est là une question en relation étroite avec la représentation asymptotique des fonctions. L'application de ces remarques conduit à un théorème curieux sur l'ordre d'infinitude des solutions d'une équation différentielle algébrique, dont nous énoncerons seulement un cas particulier relatif aux équations du premier ordre : pour une telle équation, toute intégrale restant finie à partir d'une certaine valeur de x et grandissant indéfiniment avec cette variable reste inférieure à e^{e^x}. Sans insister sur ce premier Chapitre, qui ne rentre qu'indirectement dans le sujet proposé, passons aux parties du Mémoire où sont spécialement étudiées les séries divergentes. Dans le Chapitre II, l'auteur reprend, en la généralisant, la méthode de sommation indiquée par M. Borel dans ses études sur les séries divergentes sommables, et il applique cette méthode aux séries de Taylor ayant un cercle de convergence de rayon fini. En se servant de l'intégrale de Cauchy, on est ainsi conduit à une région de sommabilité et à une expression analytique où figure une fonction entière associée étroitement à la série proposée, qui permet de résoudre quelques problèmes intéressants relatifs au prolongement analytique. Tout ce Chapitre est une application heureuse des idées de M. Borel sur la sommation des séries divergentes; on y retrouve quelques-uns des résultats du Mémoire n° 2, mais les méthodes y sont présentées d'une manière plus large et qui en fait mieux saisir la portée. Nous arrivons enfin au troisième Chapitre, de beaucoup le plus important et le plus nouveau du Mémoire; il est consacré aux séries de Taylor *dont le rayon de convergence est nul,* et à l'étude de cas étendus dans lesquels une telle série peut être regardée comme conduisant à une fonction déterminée. Pour les séries de Taylor à rayon fini de convergence on avait, par la série même, un élément de fonction qu'un procédé ou un autre pouvait permettre d'étendre; le problème à traiter se présentait de lui-même. Dans le cas actuel, au contraire, il faut commencer par poser la question. L'auteur se propose de déterminer, au moyen de la série divergente $\Sigma a_n z^n$, une fonction dans le voisinage de l'origine et dans un certain angle ayant ce point pour sommet, fonction dont la dérivée d'ordre quelconque n tende vers $1.2\ldots n.a_n$, quand z tend vers zéro par un chemin intérieur à l'angle. Si pour un angle A les coefficients a_n remplissent certaines conditions, la fonction

cherchée est complètement déterminée, et l'on dira, pour abréger, que la série est d'espèce A et qu'elle définit une fonction d'espèce A. Une application extrêmement remarquable de ces résultats généraux est faite aux équations différentielles algébriques. On sait qu'on peut, dans bien des cas, former des séries de Taylor à rayon de convergence nul satisfaisant formellement à une telle équation différentielle. Quel parti peut-on en tirer? On établit que, si la série est d'espèce A, elle définit une fonction d'espèce A satisfaisant à l'équation différentielle. La voie qui se trouve ainsi ouverte pour l'étude de certaines intégrales sera sans doute féconde, et il y aura grand intérêt à traiter des exemples un peu plus étendus que ceux du Mémoire. L'auteur termine son travail par l'étude et l'interprétation à son point de vue des beaux théorèmes dus à Stieltjes sur une classe particulière de séries divergentes liées à certaines fractions continues.

Nous croyons avoir suffisamment montré, par cette courte analyse, la haute valeur du Mémoire n° 3; la Commission est unanime à lui accorder le prix.

En résumé, la Commission décerne :

Le grand prix des Sciences mathématiques au Mémoire inscrit sous le n° 3, et portant pour devise : ... *Methodorum diversitas ad res obscuriores illustrandas plurimum conferri solet* (GAUSS, *Disquisitiones arithmeticæ*);

Une mention honorable au Mémoire inscrit sous le n° 2 et portant pour devise : Ὣς εἴπους ὑπὸ πόσσιν ... (HOMÈRE, *Odyssée*).

M. le Président ouvre en séance les plis cachetés annexés aux Mémoires n°s 2 et 3.

L'auteur du Mémoire couronné est M. **ÉMILE BOREL**.

L'auteur du Mémoire ayant obtenu une mention honorable est M. **MAURICE SERVANT**.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Poincaré, É. Picard, Maurice Lévy, Appell; Darboux, rapporteur.)

Un seul Mémoire a été envoyé au Concours. Il contient des résultats très dignes d'intérêt; mais son auteur annonçait l'envoi d'un supplément qui

vient seulement de parvenir aujourd'hui, 1er décembre, à l'Académie. Dans ces conditions la Commission propose de laisser le Concours ouvert en maintenant pour l'année prochaine la question qui avait été proposée pour cette année.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Hermite, J. Bertrand, Poincaré, Picard; Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Vaschy**.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, J. Bertrand, Poincaré, Sarrau; Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Hadamard**.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye.)

Rapport sur les travaux de M. Baule, par M. **E. Guyou**.

M. **Baule**, dont l'Académie a déjà récompensé en 1896 un important Mémoire sur la théorie de l'horizon gyroscopique de l'amiral Fleuriais, est l'auteur d'une série d'études théoriques et expérimentales sur les lochs remorqués, dont les conclusions sont du plus grand intérêt pour la pra-

tique de la Navigation. Jusqu'à l'époque où M. Baule a publié ses premiers résultats (*Revue maritime*, mars 1892), les lochs remorqués, qu'ils fussent à hélice ou à moulinet, étaient filés dans le sillage à une distance quelconque de l'arrière, et la vitesse du navire se déduisait de la vitesse de rotation de l'appareil au moyen d'un facteur constant appelé *coefficient de tarage*.

Avec des instruments bien conçus, et pour des vitesses modérées, cette méthode donnait de bons résultats; mais M. Baule constata que, au delà de 13 à 14 nœuds, les indications des appareils devenaient très capricieuses; entre des observations successives, effectuées en apparence dans des conditions identiques, on trouvait des différences dépassant un demi-nœud.

M. Baule eut l'idée d'attribuer ces inexactitudes à l'influence des ondes qui accompagnent les navires en marche et qui deviennent de plus en plus sensibles à mesure que la vitesse augmente. Ces ondes forment une sorte de houle permanente qui se propage avec une vitesse égale à celle du navire. Les molécules liquides y sont animées d'un mouvement orbitaire qui, sur les crêtes, a le sens de la propagation et, dans les creux, le sens opposé.

Les lochs remorqués ne donnent que la vitesse relative des molécules liquides, c'est-à-dire la résultante de la vitesse propre des molécules et d'une vitesse égale et contraire à celle du navire; or cette vitesse relative est minimum sur la crête d'une onde, elle croît progressivement sur le versant arrière jusqu'au creux, elle décroît ensuite sur l'autre versant jusqu'à la crête suivante.

En deux points séparés par une demi-longueur d'onde, la vitesse relative diffère de la vitesse exacte d'une même quantité, en excès pour l'un des points et en moins pour l'autre.

La longueur d'onde étant une fonction connue de la vitesse de propagation et, par suite, de la vitesse du navire, il fut facile à M. Baule de vérifier l'exactitude de son hypothèse. Il fit de nombreuses expériences dans lesquelles il trouva la confirmation complète de ses prévisions.

Pour la pratique de la Navigation, la propriété mise en lumière par M. Baule est très importante. Les lochs remorqués étaient les seuls instruments susceptibles de mesurer, avec l'approximation nécessaire aujourd'hui, les vitesses au-dessus de 10 à 11 nœuds. Ces instruments devenant inexacts au-dessus de 14 nœuds, les bâtiments modernes, dont les vitesses sont le plus souvent supérieures à cette limite, n'avaient plus aucun

moyen précis d'estimer la route. La loi des perturbations que subissent ces instruments étant désormais connue, il devient facile de corriger leurs indications. M. Baule a donc restitué à des instruments d'une très grande utilité pratique la précision qu'ils semblaient avoir perdue.

La méthode qu'indique M. Baule pour mesurer la vitesse avec un loch remorqué consiste à déterminer la longueur d'onde au moyen de la vitesse approchée, déduite avec une exactitude suffisante du nombre de tours de l'hélice par minute, à faire deux observations de vitesse en des points distants d'une demi-longueur d'onde et à prendre la moyenne des résultats.

Cette méthode exige que l'on connaisse le coefficient de tarage du loch; M. Baule, en constatant la remarquable concordance des observations avec la théorie des ondes, a pensé qu'il était possible d'aller plus loin et d'obtenir la vitesse avec un loch non taré d'avance. Nous ne pourrions pas entrer ici dans le détail des méthodes qu'indique M. Baule pour résoudre ce problème, nous nous bornerons à en faire connaître le principe qui consiste à déterminer la longueur d'onde d'après des observations faites à des distances connues, et à calculer la vitesse correspondant à cette longueur. On conçoit aisément que, si les observations étaient réparties sur le profil d'une seule onde, les résultats obtenus manqueraient de précision; l'exactitude des méthodes est due à ce que la longueur d'onde est déduite du nombre d'ondes entières et de fractions d'onde comprises entre deux points éloignés dont le loch a indiqué la position par rapport au sommet le plus voisin.

Les travaux de M. Baule sur cet intéressant sujet ont été publiés, par la *Revue maritime*, en mars 1892 et en janvier 1894, puis dans les *Annales hydrographiques* de la même année. Ils ont attiré à juste titre l'attention de tous les marins. Votre Commission estime qu'ils méritent d'être récompensés par l'Académie et vous propose d'attribuer à M. **Baule** un prix sur les fonds alloués par le Département de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. G. Charpy, par M. **Sarrau**.

M. G. **Charpy** a fait, au Laboratoire central de la Marine, en qualité d'Ingénieur de cet établissement, une série de recherches dont les résultats sont insérés dans le *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*. Parmi ceux de ces travaux qui ont été présentés à l'Académie et examinés par la Com-

mission figure une *Note sur le tarage et le fonctionnement des manomètres crushers*.

Le manomètre à écrasement, dit *crusher*, est universellement employé pour mesurer les pressions développées par les explosifs dans les capacités closes et dans les armes. A la suite des études étendues dont il a été l'objet, on connaît très exactement aujourd'hui les conditions qui assurent son *fonctionnement statique*, c'est-à-dire rendent ses indications sensiblement exemptes de l'effet des forces d'inertie. On sait que ces conditions sont réalisées, soit dans le développement normal des pressions explosives, soit dans les opérations ordinaires du tarage; mais la durée de l'écrasement est, dans le premier cas, beaucoup plus petite que dans le second et la question s'est présentée de savoir s'il n'en résulte pas une différence dans la loi de résistance à l'écrasement telle que l'écrasement produit par le même effort ne soit pas le même dans les deux cas, ce qui impliquerait erreur dans l'évaluation des pressions explosives.

Cette question a déjà été envisagée, notamment par M. Vieille qui a conclu d'expériences que, pour la même pression explosive, les écrasements restent les mêmes quand leurs durées varient de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{1000}$ de seconde, c'est-à-dire dans une étendue telle que l'influence du temps peut être considérée comme négligeable quand il s'agit de comparer entre elles les pressions explosives, développées dans des temps différents, d'après les indications correspondantes des crushers; mais quand il s'agit d[illegible] la mesure absolue de ces pressions, il devient nécessaire de sav[illegible] quelle peut être l'influence de la différence très considérable de dur[illegible] qui se produit en passant du phénomène explosif au tarage.

M. Charpy a réalisé à cet effet des écrasements d[illegible] durées très variables avec la balance de Jœssel, perfectionnée de manière à rendre les écrasements concordants avec ceux que do[illegible] le procédé du manomètre à piston libre proposé par M. Vieille, e[illegible] il a trouvé ainsi que, en faisant varier la durée d'application de la cha[illegible] de deux à trois minutes jusqu'à une seconde environ, on obse[illegible] une diminution de l'écrasement qui atteint 8 à 10 pour 100.

D'autres expér[illegible] ences, où l'on comprimait simultanément, avec des vitesses variab[illegible] es, un ressort et un crusher, ont montré que, dans les limites des duré[illegible] es réalisées, contrairement à ce qui avait lieu pour le crusher, le fon[illegible] ctionnement du ressort était sensiblement indépendant de la vitesse.

Enfin, par l'application à un cas particulier de la théorie des crushers mo-

difiée par l'introduction d'un terme proportionnel à la vitesse d'écrasement, M. Charpy a trouvé des conséquences de la théorie conformes aux résultats des expériences.

En résumé, M. Charpy a été amené à conclure que, si l'influence du temps est négligeable quand on compare entre elles des mesures de pressions explosives faites dans des conditions différentes, elle doit intervenir quand on cherche à évaluer numériquement ces pressions au moyen de Tables de tarage établies avec des machines à fonctionnement lent. La pression lue sur les Tables et correspondant à l'écrasement observé devrait donc être augmentée d'une quantité dont l'auteur n'a pu qu'indiquer l'ordre de grandeur et qu'il y aurait intérêt à déterminer par de nouvelles expériences. M. Charpy remarque qu'on peut déduire de ces faits une explication de l'écart qu'ont toujours présenté les mesures de pression faites par les méthodes indirectes (vélocimètre, accélérographe) avec celles qui sont faites par les crushers.

Dans une *Étude sur la fabrication des ressorts des appareils de mise de feu,* où il examine avec beaucoup de soin le mode suivant lequel les opérations de la fabrication doivent être réglées pour arriver à une très grande régularité, M. Charpy a trouvé l'occasion de soumettre à une intéressante vérification la formule théorique qui représente la force des ressorts à boudin.

Un autre travail, *Sur la limite élastique des métaux,* apporte une con-
-tion utile à l'étude des méthodes d'essai des matériaux de con-
tribu
struction. *les alliages légers d'aluminium* se rapporte à des applications
L'*Étude sur* téressantes depuis que l'emploi des procédés électroly-
particulièrement in couramment des quantités considérables d'alu-
tiques a permis d'obten nt bas.
minium à des prix relativeme ment, par l'*Étude micrographique du lai-*
Enfin, M. Charpy a montré com échantillon, au moyen d'appareils
ton, on pouvait apprécier, sur un peti le travail subi par un métal de
et de manipulations très simples, quel est le , d'évaluer approximati-
composition chimique déterminée et, par suit ne notamment au ré-
vement ses qualités mécaniques. Ce procédé s'appliq douilles, dont la
glage de la fabrication des objets emboutis, tels que les sage mêlées
production comporte un grand nombre de passes d'emboutis
de recuits. é-

L'ensemble de ces travaux contribue à accroître la précision des exp

riences de la Marine et la perfection de ses fabrications. Appréciant l'habileté et la science de l'auteur, la Commission attribue à M. **G. Charpy** un prix sur les fonds alloués par le Département de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. L. Ravier, *par M.* **E. Guyou.**

M. **L. Ravier**, Ingénieur du Génie maritime, soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif aux déviations des compas des navires.

La théorie des déviations des compas a été établie par les Géomètres et les Marins anglais en prenant pour bases, conformément à l'avis de Sir George Airy, les formules données par Poisson, dans le Tome V des *Mémoires de l'Institut*. La méthode qu'ils ont adoptée est exclusivement analytique, c'est-à-dire qu'ils ont déduit des équations de Poisson les formules qui expriment les variations de la force directrice du compas, les déviations, l'influence de la bande et des changements de position géographique du navire; et c'est de ces formules qu'ils ont tiré les règles à suivre pour la compensation et la conduite des compas. Ces formules et ces règles, exposées dans le *Manuel de l'Amirauté britannique,* ont été adoptées par toutes les Marines.

M. Ravier traite le sujet à un point de vue tout différent; son Mémoire est exclusivement géométrique; il ne contient aucune formule, si ce n'est à la fin, pour indiquer les rapports qui existent entre les paramètres de ses figures et ceux des formules usuelles. C'est par la considération de figures de l'espace, réalisées à l'aide d'un appareil qn'il appelle, suivant les cas, *lecteur* ou *dromoscope perspectif*, qu'il est conduit à un ensemble de méthodes nouvelles pour compenser les compas ou en prévoir les déviations.

M. Ravier montre d'abord que, du principe que traduisent les équations de Poisson, il résulte que, si le navire est soumis à un champ inducteur d'intensité constante et de direction variable, c'est-à-dire si l'extrémité d'un vecteur ayant pour origine le centre du compas et représentant par rapport au navire le champ inducteur décrit une sphère, l'extrémité du vecteur ayant même origine et représentant le champ troublé en ce point décrit un ellipsoïde excentré. Le vecteur du centre de cet ellipsoïde représente la force totale provenant du magnétisme permanent de la coque.

Lorsqu'on se borne à considérer le cas d'un navire droit évoluant dans

un lieu fixe, le vecteur qui représente le champ inducteur décrit un cône droit dans le navire, son extrémité décrit un cercle horizontal. L'extrémité du vecteur représentant le champ troublé décrit une ellipse dont le plan est, en général, oblique. La projection de cette ellipse sur le plan horizontal de la rose est une ellipse excentrée.

A un cap déterminé, le rayon du cercle et le vecteur de l'ellipse représentent respectivement, dans le navire, la direction du nord magnétique, et la direction du nord du compas.

M. Ravier montre ensuite qu'un disque matériel gradué en rose inversée peut être placé au-dessus de l'ellipse dans une position telle que chaque rayon du disque se projette suivant le vecteur de l'ellipse correspondant au *cap magnétique* indiqué par la graduation. Dans cette disposition, l'œil placé à un œilleton au-dessus du centre du compas verra, à tous les caps, la ligne nord-sud de la rose couper le bord du disque au point dont la graduation est le cap magnétique.

L'appareil ainsi réalisé est le *lecteur perspectif*. L'observateur qui regarde directement la rose lit le cap *au compas* sur son contour; s'il regarde par l'œilleton et lit sur le bord du disque la graduation indiquée par le méridien de la rose, il aura le cap *magnétique*.

Si l'on transporte le disque dont il s'agit, avec son œilleton, parallèlement à lui-même sur une table, et que, par le point où se projette l'œilleton, on trace sur la table des rayons correspondant aux graduations équidistantes du disque, on aura, par rapport à une ligne représentant la direction de l'avant du navire, les directions du nord du compas pour les caps magnétiques équidistants. Le dernier appareil ainsi réalisé permettra de déterminer le cap au compas connaissant le cap magnétique et réciproquement. C'est le *dromoscope perspectif*.

M. Ravier montre comment, par des tâtonnements méthodiques, on pourrait placer le disque du dromoscope, connaissant les déviations à cinq caps. Cette opération effectuée, la loi des déviations du compas serait complètement déterminée.

Pour la compensation, M. Ravier fait remarquer que, lorsqu'un compas est corrigé, le disque du dromoscope est orthogonalement concentrique avec le compas; de plus, il est horizontal. D'un autre côté, des considérations géométriques antérieures ont montré que l'excentricité du disque était due aux effets de la force provenant du magnétisme permanent et de l'induction verticale, et que son inclinaison provenait du magnétisme dû

à l'induction horizontale. La compensation de l'excentricité correspond donc à la compensation usuelle de la déviation semi-circulaire, et celle de l'inclinaison à la compensation de la déviation quadrantale. Pour la première, par exemple, le disque sera ramené à la position centrale par deux mouvements rectangulaires, au moyen d'aimants longitudinaux et transversaux.

Pour effectuer cette compensation, M. Ravier amène le disque du dromoscope successivement dans les positions où devront l'amener les compensations successives. Il lit, dans chaque position, le cap au compas correspondant à un cap magnétique choisi (un cap intercardinal de préférence). Il place ensuite le navire à ce cap et introduit successivement les correcteurs, de manière à faire marquer à la rose les caps qu'a indiqués le dromoscope.

M. Ravier traite ensuite la correction de l'induction verticale par la barre de Flinders, la correction de l'erreur de bande, la correction par le déflecteur. Mais les indications qui précèdent suffisent pour donner une idée nette des méthodes de l'auteur; nous n'entrerons pas ici dans plus de détails.

Les méthodes géométriques de M. Ravier sont élégantes; théoriquement, les solutions qu'il propose pour les différents problèmes sont irréprochables; mais, dans l'application, elles donneraient peut-être lieu à quelques mécomptes.

Quoi qu'il en soit, le Mémoire de M. Ravier offre un réel intérêt scientifique; il jette un nouveau jour sur la théorie des déviations des compas, dont l'importance devient de plus en plus grande sur les navires de guerre.

Pour ces raisons, votre Commission vous propose d'attribuer un prix à M. **Ravier**, sur les fonds alloués par le Département de la Marine.

Rapport sur un Mémoire de M. Thiébaut *intitulé : « Les années du grand flot de mars »,* par M. **Bouquet de la Grye.**

Le Mémoire que M. **Thiébaut** a consacré à l'étude des fluctuations de la marée en syzygies traite de la plupart des questions se rattachant à ce sujet. Après avoir constaté dans les éphémérides la variation des coefficients de la marée, il a recherché les causes de ces variations. Or, on sait qu'en syzygies les actions des astres sont concordantes et se composent de la

somme des hauteurs dues à chaque astre; si, pour le Soleil, la loi des variations est peu compliquée, il n'en est pas de même pour la Lune dont la déclinaison maximum varie d'une année à l'autre avec la longitude du nœud et dont la parallaxe dépend de l'excentricité et change avec la longitude du périgée.

Cette complexité, jointe à celle qui résulte du défaut de concordance entre les diverses périodes lunaires, fait que le problème abordé par M. Thiébaut est d'autant plus difficile qu'il l'a étudié indirectement.

Il a signalé une période de quatre cent douze jours au bout de laquelle le nombre des révolutions anomalistiques dépasse d'une unité celui des révolutions synodiques. Quant à l'influence prépondérante de la parallaxe lunaire, il montre qu'elle doit être à peu près la même après une période de neuf années, qui est celle de la révolution du périgée.

Dans son étude, M. **Thiébaut** a fait preuve d'une grande fécondité d'invention et a su tirer un grand parti des constructions graphiques.

Son travail est considérable; il a joint à l'analyse du phénomène trois grands Atlas de planches consacrées à la représentation graphique des fonctions considérées.

Il a, en outre, imaginé et construit un appareil réalisant, avec une approximation suffisante, les variations de la grandeur du coefficient de la marée pendant la période de la révolution périgéenne.

Ce travail a été entrepris dans l'intérêt du Département de la Marine, afin de donner des bases certaines à la délimitation du domaine maritime qui doit s'étendre aussi loin que le comporte le maximum des grandes marées. Nous pensons que ce travail doit être récompensé, et la Commission est d'avis de lui attribuer un prix.

Rapport sur les travaux de M. Moissenet, par M. **E. Guyou**.

M. **Moissenet**, Ingénieur du Génie maritime, a publié, sous le titre *Yachts et Yachting*, un Ouvrage en trois Volumes, dans lequel il a résumé, sous une forme élémentaire et claire, l'ensemble des connaissances scientifiques et techniques qui peuvent être utiles aux amateurs de la Navigation.

C'est, en quelque sorte, un cours élémentaire d'Art naval auquel il ne manquerait, pour être complet, que quelques renseignements sur les

moyens de placer le navire sur la Carte, soit sur les côtes, soit au large.

Le premier Volume, intitulé *Architecture et construction du Yacht*, donne, sur le tracé des plans, sur la construction proprement dite, sur les aménagements des navires de plaisance, des renseignements très explicites, d'autant plus utiles qu'on les cherchait en vain dans les Traités généraux de construction.

Le second Volume est divisé en trois Parties; les deux premières contiennent toute la technologie maritime : celle qui concerne le navire, ses voiles, son gréement, et celle qui se rapporte au vent, à la mer, aux côtes, aux ports, au balisage, etc. Ce n'est pas une technologie sèche comme celle d'un Dictionnaire; pour la technologie du navire, par exemple, c'est en décrivant l'édifice qu'il rencontre ses divers détails, les nomme, en fait comprendre l'utilité et, s'il y a lieu, le mode d'emploi. Cette technologie est complétée par un répertoire alphabétique à l'aide duquel le lecteur peut retrouver aisément la signification d'un terme oublié. La troisième Partie de ce Volume est consacrée à la manœuvre : appareillages, virements de bord, augmentation ou diminution de toile, conduite générale de l'embarcation, etc.

Dans le troisième Volume, intitulé *Théorie du Yacht*, l'auteur donne un abrégé de théorie du navire, dans lequel les sujets, traités spécialement en vue de très petits bâtiments, sont simplifiés en conséquence. Une place assez importante a été cependant réservée par l'auteur à l'influence des résistances obliques, et cela avec beaucoup de raison puisque, dans les évolutions sous voiles, ces résistances ont une influence prépondérante.

L'Ouvrage de M. Moissenet est destiné aux personnes qui, sans appartenir aux professions maritimes, s'intéressent à la Navigation. C'est un Ouvrage de vulgarisation qui, grâce à la compétence spéciale de son auteur, contribuera sérieusement aux progrès de la Navigation de plaisance.

Le Ministère de la Marine a toujours considéré comme utiles aux progrès de la Marine nationale et, à ce titre, encouragé les œuvres destinées à répandre en France le goût et l'intelligence des choses de la mer. Votre Commission, se plaçant au même point de vue, vous propose d'attribuer à M. **Moissenet**, un encouragement sur les fonds mis par ce Ministère à la disposition de l'Académie.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Léauté, Sebert; Sarrau, rapporteur.)

Dans une série de *Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie*, entreprises, en 1890, avec l'approbation et aux frais du Ministère des Travaux publics, M. DE MAS, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, s'est proposé d'étudier la résistance de l'eau au mouvement des bateaux de navigation intérieure. Les résultats importants obtenus pour les navires de mer ne pouvaient pas leur être appliqués, en raison des différences de formes et de vitesses; une étude spéciale était donc nécessaire et l'on peut dire qu'elle n'avait pas été encore abordée.

Dans les expériences faites par M. de Mas, la traction d'un remorquage direct s'exerce par l'intermédiaire d'un dynamomètre hydraulique; un manomètre et un cinémographe (système Richard) enregistrent simultanément les variations de l'effort et de la vitesse, et lorsque les lignes tracées sur les enregistreurs accusent, pendant un certain temps, la constance de ces deux éléments, on a les coordonnées d'un point de la *courbe de résistance totale* construite, pour chaque bateau, en prenant les vitesses comme abscisses et les efforts de traction comme ordonnées. C'est suivant ce mode expérimental que l'auteur a comparé, dans les conditions les plus diverses, les types de bateau usuels.

Les premières expériences ont été faites dans une partie de la Seine dont les dimensions latérales étaient assez grandes pour que, en l'assimilant à une nappe indéfinie, la résistance mesurée puisse être approximativement considérée comme constituant la *résistance propre du bateau;* d'autres expériences, faites dans des canaux de notablement moindre section, ont servi ensuite à apprécier la *résistance de la voie*.

La résistance propre du bateau dépend de la nature et de la forme de la surface mouillée.

L'influence de la nature de la surface ressort d'expériences faites en laissant d'abord les parois à leur état naturel (bois soigneusement gratté), en les recouvrant ensuite entièrement de toile cirée; la résistance est ainsi réduite d'une fraction notable ($\frac{1}{3}$ par exemple) de sa valeur.

La résistance due à la forme a été évaluée, à diverses vitesses, en faisant

varier la longueur, la largeur au maître-couple et l'enfoncement du bateau, pour des types ayant des *coefficients de déplacement* différents. Le coefficient de déplacement, qui est le rapport du déplacement réel au volume du parallélépipède rectangle circonscrit à la partie immergée de la coque, est sensiblement égal à 1 pour le type dit *péniche;* il diminue quand, pour amoindrir la résistance de forme, les fonds sont relevés aux extrémités comme dans les types *flute* et *toue;* il donne la mesure des sacrifices faits à la forme dans la construction des bateaux.

Les résultats ainsi obtenus sont résumés en formules empiriques et leur discussion conduit à définir des types tels que, le coefficient de déplacement restant supérieur à 0,90, l'effort de traction soit réduit au $\frac{1}{4}$ environ de celui qu'exigent les péniches.

La résistance à la traction d'un bateau, sur une voie navigable de dimensions limitées telle qu'un canal, peut être considérée comme égale à la résistance propre du bateau multipliée par un coefficient supérieur à l'unité qui est le *coefficient de résistance de la voie*.

Ce cofficient a été déterminé à l'aide d'expériences fort nombreuses faites sur cinq canaux différents. Les résultats obtenus montrent d'abord qu'il ne dépend pas seulement, comme on l'avait implicitement admis jusqu'à présent, du rapport de la section mouillée du canal à la surface de la partie immergée du maître-couple du bateau; pour une même valeur de ce rapport, il dépend encore de la forme de la section du canal et il est moindre quand cette section est un rectangle que lorsqu'elle est un trapèze ; il dépend aussi du mouillage.

Toutes ces expériences ont été faites en faisant varier la vitesse, l'enfoncement ainsi que la forme du bateau. Le bénéfice des formes constaté dans les rivières se produit d'ailleurs, bien qu'il y soit moindre, dans les canaux, et les expériences indiquent la forme par laquelle on peut obtenir des résultats satisfaisants sur toutes les parties du réseau de nos voies navigables. On voit ainsi notamment comment on peut réaliser des vitesses supérieures de $\frac{1}{3}$ à celle des péniches sans accroître le travail des chevaux de halage.

Appréciant la méthode et l'habileté de l'auteur ainsi que la grande importance, au point de vue pratique, des résultats qu'il a obtenus, la Commission, à l'unanimité, décerne à M. DE MAS le prix de Mécanique.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. de Bussy, Sarrau, Guyou, Maurice Lévy, Deprez.)

La Commission décide qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix cette année.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Sarrau, Maurice Lévy, Léauté, Boussinesq, Sebert; Appell, rapporteur.)

Parmi les Ouvrages imprimés et manuscrits soumis à son examen, la Commission a retenu ceux de MM. **Bourlet**, **Carvalló**, **Jacob** et **Sharp**.

M. **Bourlet** est connu par ses publications sur la théorie des bicycles; il a présenté à l'examen de la Commission ses Ouvrages imprimés accompagnés d'un Manuscrit. La solution qu'il donne de la question est rigoureuse au point de vue théorique dans son Manuscrit, pratique et élémentaire dans ses Ouvrages imprimés; signalons, en particulier, l'équation complète du mouvement du plan moyen, les équations approchées mettant en évidence les éléments géométriques et cinématiques du problème, l'équilibre avec ou sans les mains, le rôle du frottement dans l'équilibre sans les mains, la marche en arrière, la direction aux virages, la marche sur plan incliné et la construction des pistes de vélodromes avec tables numériques et épures. Citons enfin, à titre de curiosité mathématique, l'équation aux dérivées partielles des surfaces de vélodromes.

Les Mémoires de M. **Carvallo** et de M. **Jacob** présentent des caractères communs. Ils reposent tous deux sur l'emploi des équations de Lagrange et contiennent des méthodes de discussion analogues à celles de la théorie des petits mouvements. Ils traitent à ce point de vue les principales questions que nous venons d'indiquer. Mais il faut observer que les équations de Lagrange donnent lieu, dans ce problème, à quelques difficultés tenant, d'une part, à ce qu'elles mettent moins nettement en évidence les éléments géométriques, la nature des approximations et le rôle du frotte-

ment; d'autre part, à ce que les paramètres employés pour définir la position du bicycle ne sont pas tous de véritables coordonnées.

M. **Sharp** a présenté un Volume intitulé *Bicycles and tricycles*. Ce Volume, quoique très élémentaire, plus élémentaire même que celui de M. Bourlet, est digne d'attention. Il traite le problème de l'équilibre des bicycles sur sol horizontal et incliné; il contient l'étude du frottement de glissement latéral, le mouvement sans les mains. M. Sharp donne, pour la construction des vélodromes, une méthode différente de celle de M. Bourlet, mais identique à celle que propose M. Jacob. La fin de l'Ouvrage de M. Sharp traite du travail et doit être rapprochée du deuxième Volume de M. Bourlet.

En conséquence, la Commission propose à l'Académie :

1° D'accorder la première place à M. **Bourlet** en lui attribuant la moitié de la valeur du prix;

2° De partager l'autre moitié entre MM. **Carvallo** et **Jacob**;

3° D'accorder une mention très honorable à M. **Sharp**.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Lœwy, Janssen; Callandreau, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Lalande à M. **S.-C. Chandler**, de Cambridge (États-Unis), pour l'ensemble de ses travaux.

La variation de latitude à laquelle M. Chandler a attaché son nom est, pour l'Astronomie de précision, une question de première importance. M. Chandler, qui a beaucoup fait pour l'élucider, a encore le mérite de l'avoir posée l'un des premiers, après avoir reconnu les particularités d'une série d'observations très précises obtenues avec un instrument, l'*almucantarat*, imaginé par lui.

M. Chandler n'a jamais cessé de s'occuper des étoiles variables : on lui doit la découverte de plusieurs variables à courte période et une série de Catalogues qui ont précisé nos connaissances sur les périodes tant secondaires que principales de la plupart des étoiles reconnues comme variables. Il y a là un ensemble de données d'une haute valeur pour l'Astronomie stellaire.

Dans un autre ordre d'idées, nous devons citer les recherches de M. Chandler sur l'identité de la comète Brooks (1889, V) avec la célèbre comète de Lexell.

Par l'éclat, l'importance et la variété de ses travaux, M. **Chandler**, on le voit, était tout désigné pour le prix Lalande.

La Commission exprime en outre le vœu qu'un encouragement soit accordé à M. **Chofardet** pour la découverte d'une comète, faite indépendamment par M. Perrine, à l'observatoire Lick, et par lui à Besançon.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Callandreau, Faye, Lœwy, Wolf; Radau, rapporteur.)

La question qui avait été mise au concours pour l'année 1898 concernait la *Théorie des perturbations d'Hypérion, l'un des satellites de Saturne*. Aucun Mémoire n'ayant été adressé à l'Académie, la Commission, à l'unanimité, propose d'attribuer le prix Damoiseau à M. **George-William Hill**, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques et astronomiques.

M. Hill est un géomètre de premier ordre, dont les recherches ont puissamment contribué, depuis plus de vingt ans, aux progrès de la Science. Ces recherches, qui se distinguent par la profondeur et la nouveauté des conceptions, sont généralement suivies d'applications numériques d'une utilité immédiate. Elles ont paru dans les recueils scientifiques américains (*American Journal of Mathematics, Annals of Mathematics, Astronomical Journal, Astronomical Papers*, etc.), et comme elles ont été exposées, en partie, dans les Traités de Mécanique céleste publiés en France depuis quelques années, nous pouvons nous contenter d'en énumérer ici les plus importantes.

C'est en 1877 que M. Hill a publié le Mémoire sur le Mouvement du périgée lunaire, par lequel débutent ses *Recherches sur la Théorie de la*

Lune, insérées ensuite dans les premiers Volumes de l'*American Journal of Mathematics*. L'auteur montre le parti qu'on peut tirer d'une solution périodique, et il applique sa méthode au calcul de la variation. Ce sont là les premiers chapitres d'une nouvelle théorie, dont M. Hill nous donne, de temps à autre, des fragments toujours importants. Citons d'abord une Note sur le calcul des inégalités à longue période, dues à l'action des planètes; un Mémoire sur certaines inégalités dues à l'action de Jupiter; puis le grand Mémoire où il détermine les inégalités lunaires produites par la figure de la Terre, et qui forme un complément indispensable de la théorie de Delaunay; enfin, des Notes récentes sur la solution périodique qui peut servir de première approximation, et sur les orbites intermédiaires dans la Théorie de la Lune.

On sait aussi que M. Hill a perfectionné la méthode de Gauss pour calculer les variations séculaires. Tout en abordant ainsi, tour à tour, les sujets les plus divers, M. Hill achevait, avec l'aide des calculateurs du *Nautical Almanac* américain, la nouvelle théorie de Jupiter et de Saturne, qui a paru en 1890, et qui ouvre la série des théories des huit grandes planètes, dont l'élaboration se poursuit sous la direction de M. Newcomb. La méthode employée est celle de Hansen, sauf la substitution des anomalies moyennes aux anomalies excentriques. Si nous ajoutons que M. **Hill** a donné, en 1888, une intéressante ébauche de la Théorie d'Hypérion avec une détermination de la masse de Titan, on comprendra encore mieux que la Commission ait voulu saisir cette occasion d'offrir à l'auteur de tant de beaux travaux un témoignage de haute estime.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Lœwy, Faye, Wolf, Janssen;
Callandreau, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, décerne le prix Valz au P. **Colin**, de la Mission de Madagascar, fondateur de l'observatoire de Tananarive, pour l'ensemble de ses travaux astronomiques et géodésiques.

Le P. Colin est bien connu de l'Académie. En 1890, sur le Rapport de notre Confrère, M. Grandidier, le prix Jérôme Ponti lui a été décerné. Ce prix est, comme on sait, destiné aux auteurs de travaux scientifiques dont la continuation et le développement sont jugés importants pour la Science. Le P. Colin venait d'édifier l'observatoire d'Ambohidempona, au sommet

d'une montagne haute de 1400^{m}, à une petite distance dans l'est de Tananarive. L'établissement, muni d'un cercle méridien de Rigaud, d'une lunette équatoriale et de tous les instruments météorologiques et magnétiques nécessaires, complétait heureusement les stations provisoires établies, en 1880, par la Mission, à la demande de M. Grandidier. Les conditions de climat, très favorables pendant de longues périodes, lui promettaient un rôle utile. Son zélé directeur s'occupa tout d'abord de la détermination des coordonnées géographiques de l'observatoire; les résultats ont été communiqués à l'Académie. Les travaux exécutés en 1892, dont un résumé se trouve aussi dans les *Comptes rendus,* comprennent une vaste triangulation, due aux efforts réunis des PP. Roblet et Colin; la détermination astronomique des longitudes de trois stations : Andevorante, Tamatave, Beforona, en mettant à profit une ligne télégraphique établie par l'ordre de M. Le Myre de Villers, alors résident général à Madagascar; enfin la détermination des éléments magnétiques en plusieurs stations réparties le long du chemin de Tananarive à Tamatave.

Jusqu'au mois d'octobre 1895, époque de la rupture entre les Gouvernements français et malgache, les opérations furent continuées avec une activité surprenante. La chaîne jetée entre le centre de l'île et la côte n'a pas moins de 211^{km} sur une largeur de 20^{km}; du haut de 76 sommets près de 4000 azimuts ont été relevés, ainsi qu'un millier de distances zénithales pour le nivellement trigonométrique, données qui ont servi avec les lectures du baromètre pour fixer le profil de la route. Il est à noter que les coordonnées de plusieurs sommets de triangles ont été obtenues indépendamment par des observations astronomiques. Appuyés sur des déterminations précises, les innombrables levés du P. Roblet ont abouti à la confection d'une Carte à l'échelle de $\frac{1}{100000}$ qui a rendu des services signalés au Corps expéditionnaire. L'œuvre à laquelle les deux missionnaires se sont consacrés, avec non moins de désintéressement que de zèle, sous la haute et intelligente protection de l'évêque de Madagascar, Mgr Cazet, appelle, il semble, la reconnaissance nationale.

Les événements de la guerre n'ont pas ralenti l'ardeur des missionnaires les *Comptes rendus* (7 novembre 1898) donnent le détail des résultats obtenus au cours de trois missions confiées au P. Colin, en 1896, 1897, 1898 par les généraux gouverneurs. Mais la guerre a entraîné le pillage et la ruine du bel observatoire de Tananarive, et l'initiative du P. Colin, saluée en 1890 par le prix Jérôme Ponti, risque d'être perdue.

Il appartient à la Section d'Astronomie d'insister sur ce point que l'in-

stallation de l'observatoire de Tananarive par une latitude australe, où ne se rencontrent que très peu de stations similaires, tendait à faire cesser un état de choses très préjudiciable à nos intérêts scientifiques : bien des travaux astronomiques exigent, en effet, le concert d'observatoires répartis dans les deux hémisphères. L'absence actuellement de toute station française au sud de l'équateur, après les découvertes mémorables de Lacaille dans le ciel austral, pendant le siècle dernier, ne saurait continuer. Il est urgent de relever l'observatoire de Tananarive.

En résumé, la Commission apprécie hautement les travaux du P. **Colin** et la portée de son initiative comme fondateur de l'observatoire de Tananarive.

PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Callandreau, Radau ;
Janssen, rapporteur.)

M. **Belopolsky**, chef du service d'Astronomie physique à l'observatoire impérial de Pulkowo, près Saint-Pétersbourg, s'est fait un nom justement estimé par ses longs et importants travaux qui ont porté avec succès sur presque toutes les branches de l'Astronomie physique.

L'Astronomie physique actuelle étend tous les jours singulièrement son domaine. La Photographie sert aujourd'hui non seulement à nous faire obtenir les images des astres, mais elle nous en donne des descriptions qui dépassent ce qu'on peut obtenir des images oculaires; elle s'applique avec non moins de succès aux spectres des étoiles, des nébuleuses, des planètes.

La Photographie, combinée avec l'admirable méthode Dopler-Fizeau, nous fait aujourd'hui découvrir la duplicité d'étoiles qui avaient échappé par leur petitesse au pouvoir séparateur de nos lunettes; elle explique, ou tout au moins nous met sur le chemin de l'explication de la variabilité pour un grand nombre d'entre elles. Appliquée au Soleil et aux planètes, cette méthode spectro-photographique est venue corroborer les résultats des mesures d'après les anciennes méthodes, et y a ajouté presque toujours des résultats nouveaux. C'est ainsi qu'on démontre aujourd'hui la véritable loi de rotation des éléments formant les anneaux de Saturne, et qu'on a obtenu sur les mouvements de la couronne solaire des résultats du plus haut intérêt.

En faisant cette énumération, j'ai en quelque sorte tracé l'historique

des travaux de M. Belopolsky, car ses études ont porté sur tous les points de la Science que je viens d'énumérer.

L'habileté, la science, la volonté et, il faut ajouter, le secours que M. Belopolsky a trouvé dans le grand instrument mis à sa disposition, lui ont permis d'obtenir des mesures plus précises que celles de ses prédécesseurs et de faire même d'importantes découvertes. Nous pourrions rappeler, par exemple, ces petites étoiles variables à courte période, non seulement reconnues comme doubles par M. Belopolsky, mais dont il a pu assigner même les mouvements relatifs et montrer leur concordance avec les variations d'éclat.

Tous ces travaux si variés, si nombreux, si distingués, ont paru à la Commission mériter pleinement à M. **A. Belopolsky** le prix Janssen pour 1898.

L'Académie a approuvé ces conclusions.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, J. Bertrand, de Freycinet, Rouché, Brouardel.)

L'Académie a reçu cette année quatre Mémoires pour le concours du prix Montyon de Statistique. L'un d'eux a dû être écarté d'après les termes de la fondation de ce prix, comme traitant une question étrangère à la France. Les trois autres ont été jugés, par votre Commission, dignes des récompenses suivantes :

Le prix Montyon de Statistique est décerné en 1898 à M. **Alfred des Cilleuls** pour son Travail intitulé : *Études et relevés sur la population française avant le* XIXe *siècle*.

Une mention très honorable est attribuée à M. le docteur **Martial Hublé**, du Corps de santé militaire, pour son Mémoire intitulé : *La fièvre typhoïde dans le* XI[e] *Corps d'armée, de* 1875 *à* 1897.

Une mention honorable est accordée à M. **Paul Vincey** pour le Fascicule qui a pour titre : *Album de statistique agricole et Carte agronomique du département de la Seine.*

Les Rapports suivants font connaître les motifs qui ont déterminé ces choix.

Rapport sur le Mémoire intitulé : « Études et relevés sur la population française avant le XIXe *siècle », par M.* des Cilleuls (¹). M. **de Jonquières**, rapporteur.

M. **des Cilleuls**, chef de division à la Préfecture de la Seine, présente à l'Académie des Sciences, pour concourir au prix Montyon de Statistique à décerner en 1898, le Mémoire précité dans lequel « il revise trois études antérieures sur le même sujet en vue de les compléter et de les rectifier par les résultats d'investigations nouvelles et persévérantes ».

Afin d'initier le lecteur à ses procédés de discussion et de démonstration, l'auteur consacre les deux premiers Chapitres de son Livre à l'exposé des procédés qu'il va mettre en usage pour évaluer le nombre des habitants de la France avant le XIXe siècle, et à la discussion des limites dans lesquelles on peut tirer utilement parti des documents concernant cette question à diverses époques, depuis le XIVe siècle jusqu'au XIXe inclusivement. Il montre qu'à défaut de recensements réguliers et généraux, qui n'ont existé qu'à partir de l'année 1800, on arrive à des résultats concordant entre eux d'une manière satisfaisante, en recourant aux données sur les naissances, qui présentent moins de lacunes que les autres renseignements. Par exemple, pour la population en 1683, il arrive de la sorte, après discussion, au chiffre de 19300000 habitants, très voisin de celui de 19295378, auquel Vauban s'arrêtait par ses calculs personnels pour cette date.

Dans les Chapitres qui suivent, il rappelle successivement les mesures prescrites par le Gouvernement pour connaître le mouvement de la population, et signale les fonds d'archives encore inexplorés qu'il y aurait lieu de dépouiller dans un intérêt démographique. Il passe en revue les grandes questions qui se rattachent à son sujet, telles que : la masculinité et son évolution descendante; la légitimité ou l'illégitimité des naissances, en faisant

---

(¹) Extrait de la *Revue générale d'Administration.*

ressortir un accroissement continu dans la proportion de ces dernières; le déclin, ininterrompu jusqu'à nos jours, de la fécondité des mariages; la mortalité et ses variations; la proportion des survivants âgés de vingt ans à la fin de l'ancien régime; la diminution lentement progressive de la taille des adultes.

Si l'on voulait entrer dans le détail de ces divers sujets, on devrait reproduire les nombreux chiffres cités dans le Mémoire, car la rédaction concise du texte qui les accompagne se prêterait malaisément à une analyse suffisamment claire et en même temps assez brève pour ne pas excéder les limites d'un Rapport tel que celui-ci. Les derniers Chapitres, consacrés aux conclusions de ces laborieuses et intelligentes recherches, sont plus faciles à résumer.

En voici la récapitulation sommaire.

Les causes auxquelles on attribue généralement la restriction survenue dans l'essor de notre race sont au nombre de quatre :

Le prix de la vie;

Le service militaire;

Le progrès des agglomérations urbaines;

Le relâchement moral.

Il est certain que le renchérissement des choses nécessaires à la vie, dont l'auteur énumère les motifs, eut, avant le XIX[e] siècle, une influence directe sur la diminution du nombre moyen d'enfants par ménage.

Quant aux récriminations portées contre le service militaire, elles ne lui semblent pas avoir un cachet d'évidence. Entre autres objections à y opposer, il fait valoir que, de nos jours, des nations autrefois moins fécondes que le peuple français supportent des charges militaires fort lourdes et se développent néanmoins avec rapidité.

Le Mémoire est moins affirmatif sur la troisième cause, car la question est fort complexe et les chiffres que l'on peut citer avant le XIX[e] siècle sont souvent contradictoires.

Quant à celle qui repose sur le relâchement moral, l'auteur ne songe point à la contester.

En résumé, les conclusions du Mémoire sont les suivantes :

1° Malgré l'absence de recensements généraux de la population française avant 1800, on peut, à l'aide des éléments recueillis à diverses reprises, fixer les idées avec assez de précision sur la force numérique des habitants au cours du XVIII[e] siècle, et spécialement depuis 1770;

2° Les causes qui ont été de nature à exercer la principale influence sur

le développement de la population se rattachent à l'ordre économique ou moral.

Cette conclusion de l'auteur n'est pas contestable; mais quand il ajoute que les causes dont il s'agit demeurent « étrangères aux institutions politiques », il s'avance peut-être un peu trop. On ne saurait, en effet, nier que l'ordre normal a des liens étroits, sinon avec l'étiquette du Gouvernement, du moins avec la législation, dont les variations se ressentent directement des institutions politiques, bien loin d'en être indépendantes. Cette objection résulte d'ailleurs aussi des chiffres mêmes que, dans le but d'étayer son opinion, l'auteur donne en ce qui concerne les nombres moyens d'enfants par mariage, à savoir :

3,85, sous le Consulat et le premier Empire;

3,80, sous la Restauration;

3,32, sous le Gouvernement de Juillet;

3,07, sous la seconde République et le second Empire.

Cette décroissance rapide s'est encore beaucoup accentuée depuis 1870, et bien évidemment par les mêmes causes.

3° La troisième conclusion ne diffère guère de la deuxième que par la forme;

4° La quatrième et dernière est formulée en ces termes : « Le système de partage forcé, inscrit dans le Code civil, n'est pas la source de l'amoindrissement de la fécondité en France, car il n'a pas produit les mêmes effets à l'étranger, et en France même cette diminution, déjà manifestée avant la promulgation du régime successoral en vigueur, n'a pas été évitée dans ceux de nos départements du Midi où des mœurs récalcitrantes ont éludé la loi. »

Cette conclusion formelle, en ce qui concerne la France, sur une question si complexe, aurait besoin d'être motivée par des arguments, numériques et autres, plus nombreux que n'en présente le Mémoire. Celui que l'auteur tire de ce qui se passe à l'étranger n'est pas convaincant, car il ne tient pas compte des différences de caractère, de mœurs, de croyances, de tempérament, qui existent entre les nations auxquelles l'auteur fait allusion et la nôtre.

Au reste, ces remarques que suggèrent à votre Rapporteur certaines assertions qui lui semblent trop absolues, ne diminuent en rien le mérite que les nombreuses et difficiles recherches qui servent de fondements au Mémoire de M. des Cilleuls présentent au point de vue de la Statistique, c'est-à-dire à celui où votre Commission a pour mission de l'examiner et de l'apprécier.

En conséquence, j'ai l'honneur de proposer à la Commission de décerner le prix Montyon de Statistique à M. DES CILLEULS pour son Ouvrage intitulé : *Études et relevés sur la population française avant le* XIXe *siècle.*

La Commission approuve cette conclusion.

M. le Dr **MARTIAL HUBLÉ**, médecin major, a envoyé une Étude statistique et épidémiologique de la fièvre typhoïde dans le XIe Corps d'armée (Loire-Inférieure, Vendée, Morbihan, Finistère).

Ce travail comprend trois fascicules.

Le but des recherches de M. Hublé est résumé ainsi par lui-même : « Depuis que le commandement, secondé et éclairé par les médecins militaires que ne cessent de guider les immortelles découvertes de Pasteur, a engagé la lutte sans trêve contre la fièvre typhoïde, la morbidité causée par cette maladie dans l'armée est tombée de 32 pour 1000 à 8 pour 1000, c'est-à-dire qu'elle a diminué des trois quarts; quant à la mortalité typhoïde dans toute l'armée depuis vingt-trois ans, elle est tombée de 4,5 environ à 1,25 pour 1000, c'est-à-dire qu'elle est devenue 4 fois moindre. »

La statistique relevée par le Dr Hublé ne porte que sur le XIe Corps auquel il est attaché et il peut conclure en disant : « L'amélioration obtenue en particulier dans le XIe Corps d'armée a victorieusement concouru à ce magnifique résultat, puisque la morbidité causée par la fièvre typhoïde dans ce Corps d'armée est descendue en vingt-trois ans de 68,5 pour 1000 hommes d'effectif à 2,8, c'est-à-dire y est devenue 24,4 fois plus faible et que la mortalité due à la même maladie y est tombée de 11,36 à 0,44 pour 1000 hommes d'effectif, c'est-à-dire y est devenue 25,7 fois plus faible. »

Avant d'aller plus loin, c'est un devoir pour nous de rendre hommage à la persévérance avec laquelle nos confrères de l'armée ont poursuivi les améliorations capables d'aboutir à un si beau résultat. Quand on étudie la courbe générale, on voit que l'amélioration réelle date de 1885.

En effet, on trouve :

1875-1879.	Mortalité par fièvre typhoïde....	30,2	pour 10000 hommes
1880-1884.	»	29,1	»
1885-1889.	»	17,6	»
1890-1894.	»	11,8	»
1895.	»	8,6	»

M. Hublé a étudié soigneusement les diverses influences qui ont paru

agir sur le développement de la fièvre typhoïde, dans chaque ville de garnison : la situation, la géologie, l'hydrologie, les égouts.

M. Hublé en a conclu que, dans les trois quarts des cas, les épidémies de fièvre typhoïde avaient eu une origine hydrique.

Je reconnais le soin avec lequel il a fait cette étude analytique, je regrette qu'il n'ait pas essayé de faire la synthèse, il aurait facilement mis en relief la cause principale qu'il indique, mais sans en préciser assez la puissance.

Il n'a sans doute pas eu à sa disposition le Recueil des travaux du Comité d'hygiène. Il y aurait vu qu'en octobre 1884, sur le rapport du Président du Comité, le Ministre du Commerce avait fait rendre un décret par lequel tous les projets d'amenées d'eaux doivent être soumis au Comité. Or, l'amélioration générale commence elle-même à cette date et elle s'accentue, lorsque l'Académie des Sciences a eu communication de l'enquête sur l'épidémie de Pierrefonds.

Il aurait vu également que, dans les villes qu'il a étudiées, l'amélioration s'est produite après mise à exécution des projets d'amenées d'eau acceptés par le Comité.

Exemples :

Vannes, 1889 : *Amenées d'eau de source.*

1875-1884. Mortalité	13,4	pour 10000 hommes
1889-1895. »	4,5	»

Pontivy, 1892 : *Amenées d'eau de source.*

1875-1891. Mortalité	27,7	pour 10000 hommes
1893-1895 »	0	»

Landerneau : *Amenées d'eau*, 1888.

1875-1887. Mortalité	16,0
1889-1895 »	0

Il est vrai qu'à Lorient l'exécution, faite dans des conditions très modifiées après l'adoption du projet, a moins bien réussi :

L'adduction date de 1889.

1875-1888. Mortalité	45,2
1890-1895 »	20,7

Il aurait pu, en groupant ces faits, donner plus de valeur à cette influence

et en rapprocher le cas de Saint-Nazaire : la garnison reçoit une eau de source; la mortalité n'est que de 3,7 pour 10000 hommes; celui de la Roche-sur-Yon : à la suite de la fermeture du puits d'Équebouille en 1886 la mortalité par fièvre typhoïde tombe de 67,0 pour 10000 hommes à 5,4.

Enfin, M. le D[r] Hublé a fait ressortir l'influence heureuse du filtrage des eaux à Quimper à l'aide du filtre Chamberland : en 1895 la mortalité tombe de 25,0 à 2,7. A Nantes, le même moyen a donné des résultats moins brillants, mais qu'on aurait pu rappeler. Les filtres sont placés en 1891 : la mortalité était de 35,2, elle tombe à 16,0.

Dans les villes où le régime des eaux, eau de la Loire, puits, etc., n'a pas été modifié, la mortalité s'est abaissée dans des proportions beaucoup moindres; cette diminution répond précisément à la puissance moindre des causes secondaires dont on ne peut nier l'influence, l'encombrement des casernes, le surmenage, etc.

Le travail très consciencieux du D[r] Hublé mérite d'être récompensé. Il contient tous les matériaux propres à mettre en lumière les conditions dans lesquelles se développent les épidémies de fièvre typhoïde. M. **Hublé** a peut-être craint de paraître soutenir une théorie en insistant sur la part qu'il faut faire à chacune d'elles, mais son analyse est si soignée que les conclusions qu'il n'a pas formulées s'imposent aux recherches des hygiénistes.

L'Album de Statistique agricole que M. **Paul Vincey**, professeur départemental d'Agriculture de la Seine, a envoyé à l'Académie, se compose de treize Cartes coloriées et de deux Tableaux, concernant uniquement le département de la Seine.

La première Planche, assurément l'une des plus importantes, est la *Carte agronomique des environs de Paris*, dressée par M. Vincey d'après les ordres du Ministre de l'Agriculture.

Parmi les douze autres Cartes, trois sont relatives au rendement du froment et à la valeur vénale ou locative des terrains non encore bâtis en 1884. Les autres ont pour objet la répartition des cultures labourables, de l'horticulture, de l'arboriculture, des travailleurs agricoles et des animaux domestiques; elles sont complétées par deux Tableaux résumant la répartition communale des diverses cultures.

Ce n'est qu'après l'établissement du cadastre qu'on a pu songer à faire une statistique agricole précise. La première évaluation de notre territoire rural date de 1840; elle a été ensuite reprise, pour le département de la

Seine, successivement en 1852, 1862, 1882, 1892. La dernière de ces enquêtes décennales a été particulièrement sérieuse, des Commissions spéciales ayant alors fonctionné dans chacune des 75 communes du département. Toutefois, le questionnaire dressé par le Ministre de l'Agriculture présentait encore bien des lacunes. Depuis, grâce aux soins éclairés de M. Vincey, ce questionnaire a été complété, les municipalités ont fourni des renseignements plus précis, et l'on a pu en 1894 procéder à une nouvelle enquête dont les résultats sont consignés dans l'Ouvrage de M. **Vincey**.

Ce travail fort intéressant mérite une récompense, et nous avons l'honneur de demander à l'Académie d'accorder à son auteur une mention honorable.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, A. Gautier, H. Moissan, Grimaux et Ditte.)

Le prix Jecker est partagé entre MM. **G. Bertrand**, **Buisine** et **Daniel Berthelot**.

Rapport sur les travaux de M. G. Bertrand; par M. **Henri Moissan**.

M. **Bertrand** a étudié tout d'abord les combinaisons cristallisées que fournit l'hydrate de zinc avec les métaux alcalino-terreux, puis la matière colorante du pollen qu'il a identifiée avec le carotène; il a donné ensuite la composition de l'essence néo-calédonienne de Niaouli et nous rappellerons que l'Académie des Sciences lui a décerné un prix de Physiologie expérimentale pour les recherches qu'il a publiées, en collaboration avec M. Phisalix, sur le venin des batraciens et des reptiles et sur la vaccination antivenimeuse.

A la suite de ces premiers travaux, M. Bertrand a entrepris l'étude de la composition chimique du tissu ligneux qu'il a trouvée essentiellement diffé-

rente chez les plantes angiospermes et chez les plantes gymnospermes. En traitant le tissu ligneux des premières par l'eau acidulée, dans des conditions convenables, il a réussi à préparer des quantités importantes d'un sucre très rare à cette époque, le *xylose* ou sucre de bois. Il en a profité pour déterminer, en concurrence avec d'autres chercheurs, la formule de constitution du xylose. C'est au cours de cette étude que M. G. Bertrand a signalé cette combinaison caractéristique, le xylonobromure de cadmium, grâce à laquelle il a pu, simultanément avec M. Émile Fischer, réaliser plus tard la synthèse du lixose.

M. G. Bertrand a abordé ensuite, dans des recherches de plus en plus délicates, l'étude chimique de certaines fermentations. La production spontanée de gelées végétales, connue sous le nom de *fermentation pectique*, a fixé tout d'abord son attention. Après avoir montré que ce phénomène est dû à la transformation de la pectine soluble en pectate de calcium, et non, comme on le croyait alors, en acide pectique, il a examiné les conditions d'activité du ferment soluble qui intervient dans la réaction. Ce ferment, appelé *pectase*, présente la curieuse particularité de n'agir sur la pectine qu'en présence d'un sel de calcium ou d'un autre sel alcalinoterreux. Quand on le précipite par l'alcool de ses solutions naturelles, le produit que l'on obtient paraît inactif; en réalité, il ne l'est pas, on l'a seulement séparé des sels de calcium qui existaient dans la liqueur et qui sont restés en solution. Ces recherches, faites en commun avec M. Mallèvre, ont permis d'isoler pour la première fois la pectase et de démontrer sa présence générale chez les plantes vertes.

En poursuivant ses recherches sur les ferments solubles, M. G. Bertrand a été assez heureux pour découvrir un nouveau groupe de ces substances auquel il a donné le nom d'*oxydases*. Tandis que tous les ferments solubles étudiés jusqu'ici ne produisent généralement que des hydrolyses, ceux-ci agissent en fixant l'oxygène de l'air sur les composés organiques qu'ils transforment. La réaction peut être accompagnée d'un dégagement de gaz carbonique, de sorte qu'aujourd'hui on peut, avec des produits d'origine cellulaire, reproduire *in vitro* le phénomène chimique de la respiration.

La première oxydase vient du latex de l'arbre à laque, d'où son nom particulier de *laccase*. En étudiant la façon dont elle se comporte vis-à-vis d'un grand nombre de composés organiques, M. G. Bertrand a remarqué que son action s'exerce seulement sur ceux de la série aromatique qui possèdent plusieurs substitutions OH ou AzH^2 situées en position ortho et surtout en position para; les composés en méta et ceux qui ne renferment

qu'une seule substitution ne sont pas oxydés ou ne le sont que très difficilement.

Les ferments oxydants de la nature de la laccase étant, comme l'a montré M. Bertrand, très répandus chez les végétaux, cette observation permettra, jusqu'à un certain point, de prévoir la constitution des nouveaux principes immédiats sur lesquels réagit ce ferment soluble. En outre elle a conduit M. G. Bertrand à la découverte d'un second ferment soluble, oxydant, plus énergique que le premier, la tyrosinase. La laccase et quelquefois aussi la tyrosinase existent chez les plantes vertes; toutes deux se rencontrent, comme M. Bertrand l'a remarqué, en collaboration avec M. Bourquelot, dans la plupart des champignons. Cette étude générale des oxydases, bien que récente, a déjà eu de nombreuses applications; c'est ainsi qu'on a reconnu l'intervention de ces ferments solubles dans la coloration du cidre (Lindet), du jus de betteraves (G. Bertrand), de certains champignons (G. Bertrand et Bourquelot), du pain bis (Boutroux), dans le vieillissement et la *casse* des vins (Gouiraud, Martinaud, G. Bertrand, Bouffard, Laborde, Cazeneuve), la formation de la laque (G. Bertrand), etc., etc.

M. G. Bertrand a complété cette étude en établissant que la laccase est une combinaison de manganèse dans laquelle ce métal jouerait le rôle de convoyeur de l'oxygène, si je puis m'exprimer ainsi, tandis que le résidu organique, peut-être albuminoïde, apporterait les autres caractères tels que l'instabilité qu'on reconnaît à tous les ferments solubles. Ces faits présentent une grande importance. Ils ont, de plus, cette conséquence de faire ressortir l'importance du manganèse chez les êtres vivants, sur laquelle M. Villiers a aussi particulièrement insisté.

Ce ne sont pas seulement les ferments solubles, mais encore les ferments organisés qui ont suscité les recherches de M. G. Bertrand. En étudiant la préparation du sorbose, préparation due à Pelouze, mais restée depuis cinquante ans inexpliquée et à peu près irréalisable, il a reconnu qu'une bactérie particulière, apportée par la mouche des vinaigreries, provoquait l'oxydation de la sorbite contenue dans certains sucs végétaux. Cette observation permet de préparer maintenant le sorbose à volonté. La bactérie du sorbose, agissant sur divers alcools plurivalents, donne une série de sucres nouveaux, voisins du lévulose, elle différencie nettement et sépare certains isomères stéréochimiques; de sorte que cette bactérie est devenue ainsi un réactif aussi précieux que les réactifs les plus délicats de la Chimie organique.

Toutes ces études, que nous avons dû résumer brièvement, nous dé-

montrent, dans les travaux de M. **Bertrand**, une bonne méthode scientifique, une grande habileté d'expérimentateur, et la ténacité indispensable à toute recherche importante; elles nous font bien augurer de l'avenir de ce jeune savant et elles ont été jugées dignes par votre Commission d'une partie du prix Jecker pour l'année 1898.

Rapport sur les titres de M. Alphonse Buisine; par M. **Friedel**.

M. A. **Buisine**, professeur de Chimie industrielle à la Faculté des Sciences de Lille, a commencé ses recherches par un travail, fait en collaboration avec M. Ed. Duvillier, sur les conditions dans lesquelles se forment les mono-, di- et triamines de la série grasse et sur les procédés de séparation de ces amines. Appliquant la méthode perfectionnée qu'ils ont proposée, à l'étude de la triméthylamine commerciale qui s'obtient dans la distillation des vinasses de betterave, les auteurs ont réussi à séparer du mélange où elles étaient confondues la monométhylamine, la diméthylamine, la triméthylamine, la monoéthylamine, la diéthylamine, la propylamine et la butylamine.

Mais le travail le plus long, le plus difficile et le plus délicat qu'ait exécuté M. A. Buisine est l'étude de la composition chimique du suint de mouton, c'est-à-dire des eaux de lavage de la laine. Il a reconnu que ces eaux subissent des transformations curieuses sous l'influence des microbes qui y vivent. Il a montré en outre que ce résidu de fabrication peut devenir une source importante d'acide acétique, d'acide propionique, d'acide butyrique et d'autres acides gras. Ceci l'a conduit à employer la distillation sèche des sels de calcium du mélange de ces acides pour la fabrication des huiles d'acétone, substance propre à servir avantageusement pour la dénaturation de l'alcool. Il a été aidé dans ce travail par M. P. Buisine, son frère.

Les deux frères ont fait une étude approfondie de la cire d'abeilles et donné une méthode simple et pratique d'analyse, permettant de déceler les falsifications que la cire a pu subir.

Ils ont aussi donné un procédé qui permet de préparer le sulfate ferrique, le sulfate ferreux et le chlorure ferrique au moyen des résidus de grillage des pyrites et montré le parti que l'on peut tirer du sulfate ferrique pour la désinfection des eaux industrielles et des eaux d'égout. Leur procédé d'épuration est employé aujourd'hui dans beaucoup d'usines.

On voit que les travaux de M. A. **Buisine** sont nombreux déjà et impor-

tants par leur valeur propre et par leurs applications. La Section a jugé qu'ils plaçaient leur auteur, en raison des qualités de finesse et de persévérance qu'il a déployées, en ligne pour obtenir une partie du prix Jecker.

Rapport sur les travaux de M. Daniel Berthelot; par M. **A. Ditte**.

Dans le premier travail qu'il a publié et qu'il a présenté comme thèse de doctorat, M. **Daniel Berthelot** s'est proposé d'appliquer la méthode des conductibilités électriques à l'étude générale de la neutralisation des principaux acides organiques, dans le but particulier d'examiner la formation des sels neutres, acides, ou basiques, engendrés par les acides monobasiques et polybasiques; la dissociation ou la recomposition progressive, sous l'action d'un excès d'eau, de base ou d'acide; et enfin l'influence qu'exercent les fonctions différentes qui peuvent être jointes à la fonction acide.

M. Daniel Berthelot est arrivé à de très intéressants résultats. Il a vu que les conductibilités des acides organiques sont représentées par des nombres très différents, variant entre des limites très étendues, sans que l'on puisse apercevoir aucune relation générale entre cette conductibilité et la constitution chimique des acides. Au contraire, les conductibilités des sels neutres sont très voisines, si on les considère sous des poids contenant la même quantité de métal. Quand les sels neutres sont formés par des acides de même basicité, la conductibilité décroît d'une façon régulière, rapidement d'abord, plus lentement ensuite, à mesure que le nombre des atomes augmente dans la molécule; enfin, si l'on considère des sels neutres dont la molécule contient le même nombre d'atomes, mais constitués par des acides de basicité différente, la conductibilité du sel neutre d'un acide bibasique l'emporte d'environ 12 unités sur celle du sel neutre d'un acide monobasique; la conductibilité du sel neutre d'un acide tribasique surpasse à son tour de 6 unités à peu près celle du sel neutre d'un acide bibasique renfermant le même nombre d'atomes.

Lorsqu'il s'agit de sels acides, M. Daniel Berthelot a montré que ceux des acides monobasiques n'existent qu'à l'état de traces dans les dissolutions étendues, tandis que les acides bibasiques donnent des sels acides qui, tout en existant dans les liqueurs étendues, sont partiellement décomposés en sel neutre et acide libre, résultat conforme à ce que les mesures thermochimiques avaient déjà indiqué. La conductibilité des sels acides augmente avec leur dilution, suivant des proportions bien différentes de celles des sels neutres, et cette inégale augmentation fournit à l'auteur un

criterium pour les distinguer des sels neutres. Il tire également des conductibilités électriques une caractéristique nouvelle pour la basicité des acides dont on connaît le poids moléculaire, de sorte que des procédés purement physiques lui permettent de définir la basicité d'un acide sans en connaître ni la formule ni même la composition élémentaire.

M. Daniel Berthelot a examiné dans le même Mémoire les fonctions spéciales, telles que phénol, alcool, alcali, qui viennent s'adjoindre à la fonction acide, ainsi que l'influence qu'exercent l'un sur l'autre deux groupements fonctionnels, suivant la position qu'ils occupent dans la molécule. Il a étudié enfin des acides isomères, tant à fonction simple qu'à fonction complexe, et présentant les divers cas d'isomérie; il conclut de ses recherches que les conductibilités des acides isomères libres sont en général différentes, ce qui lui fournit un moyen de les distinguer. Mais cette diversité cesse par le fait de la neutralisation : les conductibilités des sels neutres de potasse sont les mêmes pour les acides à fonction simple, ainsi que pour les divers tartrates et pour d'autres sels analogues, et, les sels acides étant partiellement dissociés dans leurs dissolutions, cette dissociation inégale conduit à établir entre les acides isomères des distinctions nouvelles.

En résumé, les résultats que l'auteur a obtenus par l'emploi de la méthode des conductibilités concordent en général avec ceux que fournissent les données de la Thermochimie; ils peuvent en outre être étendus à des dilutions plus grandes et à l'examen de problèmes différents; ils offrent des méthodes nouvelles pour étudier la basicité des acides, leurs fonctions et leurs isomères.

En dehors du travail dont nous venons de parler, et qui est plus spécialement consacré à la Chimie organique, M. Daniel Berthelot a publié plusieurs Notes : *Sur la mesure des températures; Sur les points de fusion de l'argent et de l'or; Sur la détermination des poids moléculaires des gaz en partant de leurs densités et de l'écart qu'elles présentent par rapport à la loi de Mariotte; Sur les lois du mélange des gaz*. L'intérêt que ces travaux présentent et l'importance de ces recherches justifient pleinement les propositions de la Commission qui a décidé de décerner à M. **Daniel Berthelot** une partie du prix Jecker pour l'année 1898.

PRIX HENRY WILDE.

(Commissaires : MM. Sarrau, J. Bertrand, Berthelot, Michel Lévy; Mascart, rapporteur.)

Dans la séance du 12 juillet 1897, M. H. Wilde a présenté à l'Académie des Sciences, sous le nom de *magnetarium,* un appareil remarquable, actuellement au Conservatoire des Arts et Métiers, qui permet de reproduire à la surface d'une sphère, avec une exactitude surprenante, la distribution des éléments du magnétisme terrestre et leurs variations séculaires.

La Commission a pensé que, pour rendre hommage à l'auteur de ce beau travail, il convenait de faire la première attribution du prix fondé par M. Henri Wilde à des recherches relatives au magnétisme terrestre.

Depuis 1869, les *Annual Reports of the United States coast and geodetic Survey* renferment presque chaque année des Mémoires du plus grand intérêt de M. le Dr **Charles-A. Schott**, sur la détermination des éléments magnétiques dans les observatoires permanents des États-Unis et dans un grand nombre de stations temporaires. L'œuvre considérable accomplie par M. Schott n'est pas de celles qui peuvent se résumer brièvement. On trouve dans ses Mémoires : un exposé des méthodes à employer soit dans les observatoires, soit au cours des voyages; une revue mise successivement à jour des résultats obtenus depuis l'origine sur le continent américain et dans un certain nombre de stations étrangères; la discussion approfondie des lectures faites aux appareils de variation dans certains observatoires, avec l'étude de la marche diurne, aux différents mois de l'année, de l'influence lunaire et des perturbations; enfin un nombre considérable d'observations personnelles en diverses stations isolées, permettant d'établir la distribution des lignes magnétiques sur l'Amérique du Nord. L'ensemble de ces travaux fournit ainsi l'une des contributions les plus importantes à l'histoire du magnétisme terrestre, et la Commission est unanime pour décerner le prix Henry Wilde à M. le Dr **Charles-A. Schott**.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Fouqué, Marcel Bertrand, Michel Lévy, Hautefeuille; de Lapparent, rapporteur.)

La question mise au concours était *l'étude microscopique des sédiments (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires), entreprise au double point de vue de la genèse des dépôts et des modifications qu'ils ont pu subir dans la suite des âges.*

Sans se flatter de l'espoir qu'un aussi vaste sujet pût être traité dans toutes ses parties, la Commission aurait souhaité de voir se produire un travail d'ensemble, où les diverses classes de sédiments eussent été tour à tour étudiées dans leurs traits essentiels. Si elle n'a pas obtenu cette satisfaction, et si l'œuvre qu'elle récompense ne vise qu'une catégorie trop spéciale de dépôts, il faut reconnaître du moins que cette œuvre est de grand mérite et que, dans le domaine qu'il a choisi, l'auteur a su déployer un vrai talent de micrographe, avec une compétence embrassant à la fois les données de la Minéralogie et celles de la Paléontologie.

Il s'agit ici de l'Ouvrage considérable que M. **Lucien Cayeux** a consacré à quelques dépôts siliceux, d'âge secondaire ou tertiaire, du bassin de Paris, ainsi qu'aux sédiments crayeux de la même région [1]. Ce livre est la contribution la plus sérieuse dont se soit encore enrichie l'histoire microscopique des sédiments du bassin parisien. Le grand nombre et la précision des faits observés, la sagacité mise en œuvre dans leur interprétation, l'ordre et la méthode qui président à l'exposition, le choix et la bonne exécution des figures, tout concorde pour assigner à ce travail un rang distingué parmi les productions de la Géologie contemporaine.

C'est à des résultats entièrement nouveaux que l'étude des *gaizes* crétacées a conduit M. Cayeux. Pour la première fois, ces roches reçoivent une

(1) *Contributions à l'étude micrographique des terrains sédimentaires;* 1 vol. in-4°, faisant partie des *Mémoires de la Société géologique du Nord*, t. IV (2), Lille, 1897.

définition précise. L'auteur reconnaît, dans les diverses variétés de gaize, les étapes, plus ou moins avancées, d'un processus par lequel une boue calcaréo-argileuse, où abondaient à l'origine les organismes siliceux, s'est peu à peu enrichie en silice uniformément disséminée, surtout en opale, tant par la destruction des organismes, souvent devenus méconnaissables, que par l'intervention d'autres sources. Au nombre de ces dernières, M. Cayeux indique comme très probable la décomposition de l'argile *in situ*. La gaize formerait ainsi un type de passage entre les sédiments où les les traces de l'action mécanique sont restées prépondérantes et ceux à la formation desquels les influences physiologiques ou chimiques ont eu le plus de part.

Quant aux roches tertiaires communément confondues sous le nom de *tuffeau*, M. Cayeux montre que ce sont aussi des dépôts enrichis en silice, mais dont l'origine première est variable : les uns ayant pour point de départ de vrais sables, tandis que les autres dérivent de boues, parfois de calcaires. Les conditions de formation de la glauconie fournissent encore à l'auteur le sujet d'intéressantes remarques.

La partie la plus importante du Livre de M. Cayeux est celle qui a trait aux dépôts crayeux. L'auteur y reconnaît plusieurs types distincts, depuis la craie du Nord, où les éléments minéraux, d'origine détritique, sont en grand nombre, jusqu'à celle de l'Yonne, où la part de cette catégorie est négligeable. Mais ce qui doit surtout attirer l'attention, ce sont les preuves péremptoires, données par M. Cayeux, en faveur du rôle important qu'ont dû jouer, dans les véritables craies, les fragments d'organismes, surtout de Foraminifères, le plus souvent voilés par l'effet des actions chimiques ultérieures. Ces actions peuvent avoir été assez intenses pour que la physionomie originelle du dépôt se trouve complètement dénaturée. De la sorte, là où a manqué l'intervention de certains agents, tels que le phosphate de chaux, qui excellent à conserver les structures primitives, on peut être amené à méconnaître entièrement les conditions initiales du dépôt.

Ainsi s'expliquent les contradictions qui se sont si souvent produites, certains auteurs voulant voir dans la craie le produit exclusif de l'activité organique, tandis que d'autres, affirmant que les restes d'organismes ne s'y trouvaient qu'en proportion peu considérable, penchaient pour une origine surtout chimique.

Il convient encore de noter les intéressantes déductions par lesquelles

M. Cayeux s'est efforcé d'établir que la craie n'était pas un dépôt de mer profonde, et différait à beaucoup d'égards des boues actuelles à globigérines; les observations qui ont conduit l'auteur à proclamer le grand rôle joué par les Bryozoaires dans les dépôts crayeux de Touraine, notamment dans la craie tuffeau; la corrélation intime qu'il signale entre l'apparition des craies phosphatées et les grandes ruptures d'équilibre des mers crétacées; enfin les arguments qu'il fait valoir pour attribuer à l'influence des dépôts superposés l'enrichissement en silice de bon nombre de sédiments.

Outre son Livre, M. Cayeux a présenté à la Commission un Mémoire manuscrit, relatif aux minerais de fer qui forment des couches subordonnées aux massifs anciens de l'Armorique et de l'Ardenne. L'auteur croit y reconnaître d'anciennes oolithes calcaires, auxquelles des débris végétaux auraient servi de centres, et dont la calcite se serait vue remplacée en tout ou en partie par la chlorite, la magnétite, l'oligiste; ce dernier minéral provenant d'une transformation de la chlorite.

Ces conclusions sont pour le moins inattendues, et la Commission ne peut les enregistrer que sous d'expresses réserves. A ce point de vue, elle croit devoir exprimer le regret que, au lieu de commencer ses investigations par les minerais oolithiques de l'époque jurassique, M. Cayeux se soit attaqué, de prime abord, aux minerais des temps paléozoïques, qui tous ont subi l'influence d'un métamorphisme assez intense pour en altérer profondément les caractères. Mais cette réserve n'empêche pas de reconnaître le grand intérêt des observations microscopiques de l'auteur, qui, dans cette matière, ouvre aux chercheurs une voie nouvelle. D'ailleurs, le Livre que nous avons analysé en premier lieu suffirait amplement, à lui seul, pour justifier la décision par laquelle la Commission, à l'unanimité, propose d'attribuer à M. Cayeux le prix Vaillant.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Chatin, Guignard, Bonnier; Bornet, rapporteur.)

M. **Giovanni-Battista De-Toni**, professeur à l'Université de Padoue, est un laborieux. Depuis douze ans il a publié de nombreux travaux sur les Champignons et les Algues; il a dirigé un journal trimestriel consacré à l'étude de ces dernières plantes et commencé la publication de collections d'Algues sèches. Ayant élaboré plusieurs familles de Champignons, pour le *Sylloge Fungorum* de P.-A. Saccardo, il a entrepris de doter l'Algologie d'un Ouvrage de même nature et appelé à rendre les mêmes services. Réunir dans un petit nombre de volumes, en les disposant dans un ordre systématique, les descriptions éparses dans une foule de publications dont beaucoup ne sont pas à la portée des botanistes éloignés des grands centres scientifiques, est une œuvre utile qui mérite d'être encouragée. Bien qu'il ne soit pas encore terminé et qu'on puisse y relever des omissions qu'un supplément fera sans doute disparaître le *Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum* est un des livres de la bibliothèque des Algologues le plus souvent consulté. Dans l'espoir d'en hâter l'achèvement la Commission accorde le prix Desmazières à M. **G.-B. De-Toni**.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Bonnier; Guignard, rapporteur.)

Parmi les Ouvrages imprimés ou manuscrits adressés pour le concours du prix Montagne, la Commission a distingué une importante publication de M. le général **Paris** sur les Mousses et un Mémoire de M. le Dr **Ledoux-Lebard** sur la morphologie du Bacille de la tuberculose.

I. L'essor pris durant ces vingt dernières années par l'étude des Mousses,

grâce aux abondantes récoltes des voyageurs, a considérablement augmenté le nombre des espèces appartenant à ce groupe de végétaux. Pour faciliter la tâche des descripteurs et permettre le classement méthodique des collections, il devenait nécessaire d'en établir un catalogue au courant des découvertes récentes.

M. le général **Paris**, qui s'adonne depuis longtemps aux études bryologiques, n'a pas reculé devant ce travail ingrat et absorbant. L'*Index bryologicus,* dont il a commencé la publication, en 1894, dans le *Bulletin de la Société linnéenne de Bordeaux,* n'est d'ailleurs pas simplement une sèche nomenclature de genres et d'espèces : il renferme, à la suite de chaque nom, la bibliographie et la synonymie qui le concernent, avec l'indication des caractères saillants des espèces ou variétés, de leur distribution géographique et des Ouvrages dans lesquels sont discutées les formes litigieuses.

Cette publication, qui comprendra environ 12000 espèces de Mousses, devait paraître en cinq fascicules de plus de 300 pages chacun. Les quatre premiers ont déjà paru; le cinquième ne tardera pas à voir le jour. Mais, pour des causes diverses, le nombre des espèces nouvelles décrites dans les années 1896 et 1897 s'est accru dans de telles proportions que ce catalogue se trouverait dès aujourd'hui trop incomplet, s'il n'était suivi d'un supplément, et ce dernier lui-même devra prendre des proportions inattendues.

Bien que cet Ouvrage s'écarte par sa nature des travaux originaux qui doivent attirer de préférence l'attention de l'Académie, la Commission est d'avis d'accorder à M. le général **Paris**, sur les fonds du prix Montagne, un encouragement pour l'achèvement de l'œuvre très utile qu'il a le mérite d'avoir entreprise.

II. Le Mémoire de M. le Dr **Ledoux-Lebard** a pour but de faire connaître « le développement et la structure des colonies du Bacille tuberculeux » et de rechercher si les opinions de plusieurs observateurs, qui tendent à classer cet organisme dans un groupe différent de celui des Bactéries, s'appuient réellement sur des données morphologiques exactes et bien interprétées.

On savait que, dans certaines cultures âgées ou soumises à des températures élevées, le Bacille tuberculeux des Mammifères et celui des Oiseaux peuvent offrir des formes filamenteuses simples ou présentant parfois une disposition ramifiée ou réticulée. On avait cru pouvoir en conclure que ces organismes doivent prendre place dans le groupe des *Streptothrix* de Cohn, auquel appartiennent les parasites de l'actinomycose. Or, MM. Sauvageau

et Radais, dont les recherches ont été confirmées par plusieurs auteurs, ayant montré que les *Streptothrix* sont en réalité des *Oospora*, qui font partie de la classe des Champignons, il en résulterait que le Bacille tuberculeux n'est pas une Bactériacée et devrait être rangé parmi ces derniers.

Pour élucider cette intéressante question de morphologie, il fallait suivre le développement de la plante depuis les débuts jusqu'à l'achèvement des colonies et reproduire, avec chacun des éléments de ces dernières, le cycle complet de ce développement. C'est ce qu'a fait M. Ledoux-Lebard en cultivant les Bacilles tuberculeux des Mammifères, des Oiseaux et des Poissons.

Dans les trois cas, le microbe se développe en s'allongeant en filaments, constitués par des chaînes de bâtonnets plus ou moins longs. Dès les premières phases du développement, ces bâtonnets se disposent de façon à former de fausses ramifications, comparables à celles qui caractérisent les *Cladothrix*. Les filaments peuvent rester accolés en faisceaux de grosseur variable, susceptibles eux-mêmes de former un lacis de fausses anastomoses. Cette association des bacilles en filaments, des filaments en faisceaux isolés ou réticulés, est due à la présence d'une gaine gélatineuse autour des cellules; les colonies ne sont autre chose que des zooglées de forme spéciale. Au contraire, le mycélium cloisonné et ramifié d'un *Oospora* ne représente qu'un seul et même individu. Par conséquent, si les Bacilles tuberculeux se rapprochent, par leur mode de végétation, des Bactériacées du genre *Cladothrix*, ils ne sauraient, en tout cas, être considérés comme des Champignons.

Le travail de M. **Ledoux-Lebard**, soigneusement exécuté et accompagné de figures parfaitement démonstratives, fournit donc une intéressante contribution à la connaissance de la morphologie des Bactéries.

La Commission propose d'accorder à l'auteur un encouragement sur le fonds du prix Montagne.

PRIX DE LA FONS MELICOCQ.

(Commissaires : MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Guignard; Bonnier, rapporteur.)

La Commission décide qu'il n'y a pas lieu de donner le prix cette année

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Guignard; Edm. Perrier, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Thore au R. P. **Pantel** pour son bel *Essai monographique sur une larve parasite du groupe des Tachinaires,* la larve du *Thrixion Halidayanum.* Cette larve vit à l'intérieur du corps d'un Phasmide espagnol, la *Leptynia hispanica.*

Par cela seul qu'ils se nourrissent et se multiplient, tous les êtres vivants, végétaux ou animaux, organismes complets ou simples éléments anatomiques, sont assujettis à la lutte pour la vie et à ses conséquences, d'autant plus rigoureuses que le milieu dans lequel la lutte s'engage est plus resserré. De ces conséquences, la plus générale est que les vainqueurs d'une lutte longtemps soutenue par des générations successives, dans un milieu qui ne change pas, accomplissent dans ce milieu toutes leurs fonctions d'une manière tellement parfaite qu'ils semblent avoir été créés exprès pour lui. Ils lui sont si étroitement *adaptés* qu'ils sont souvent incapables de vivre quand ils en sont exilés.

Le milieu n'est pas nécessairement un ensemble d'objets inertes. Darwin a signalé d'innombrables exemples d'adaptations entre organismes vivants. Les fleurs ont pris peu à peu la forme la plus favorable à leur fécondation par les insectes; la trompe des papillons s'est adaptée à la forme des fleurs; l'histoire des procédés qu'emploient les animaux pour se procurer leurs aliments n'est qu'une longue suite d'adaptations de ce genre.

En raison de l'indépendance qu'ils conservent dans l'organisme dont ils font partie, les éléments anatomiques s'adaptent les uns aux autres dans cet organisme, et il en est de même des unités supérieures dont cet organisme se compose, tels que les rameaux d'un Hydraire ou les segments d'un Arthropode. C'est le fond même du Livre que j'ai publié en 1881 sous ce titre : *Les colonies animales et la formation des organismes.*

Il n'est même pas nécessaire pour que ces adaptations se produisent que les parties associées soient de même origine. Dans l'Ouvrage précité, j'ai

pu formuler ([1]), sous le nom de *loi des adaptations réciproques*, la règle suivante :

Toutes les fois que deux ou plusieurs organismes entrent en relations constantes, il en résulte toujours pour chacun d'eux *des modifications plus ou moins importantes*.

C'est ce qui se produit dans tous les cas de parasitisme; or un œuf, un embryon peuvent être considérés comme de véritables parasites de l'individu qui les porte; aussi ai-je insisté dans le même Ouvrage sur la ressemblance des déformations qu'un parasite ([2]) fait subir à son hôte ([3]) avec celles qu'imprime, aux individus reproducteurs de certaines colonies, le développement des organes génitaux. La justesse de ces vues a été plus tard confirmée par les faits si intéressants de *castration parasitaire* signalés par Pérez et par Giard et qui vont, comme l'a si bien décrit ce dernier, jusqu'à la substitution de certains parasites à la glande génitale de leur hôte.

Par son étude si complète de la larve d'une mouche, le *Thrixion Halidayanum*, le P. Pantel ajoute un intéressant chapitre à l'histoire de la castration parasitaire.

La mouche dépose ses œufs à la surface du corps des *Leptynia*. Ces Phasmides rappellent nos Phasmides indigènes du genre *Bacillus*. Mais dans le genre *Leptynia*, les mâles sont de beaucoup plus petits et infiniment plus rares que les femelles; aussi ces dernières sont-elles seules attaquées par les *Thrixion*. Dès son éclosion, la larve de *Thrixion* pénètre dans le corps de son hôte en perforant successivement la coque de l'œuf et le tégument; elle demeure quelque temps libre dans la cavité générale. Contrairement à ce qui a lieu d'ordinaire, elle manque alors de stigmates antérieurs; ces stigmates n'apparaissent qu'à la seconde mue sur le premier méride. Après la première mue, la jeune larve s'installe parmi les gaines ovigères de son hôte, applique son extrémité postérieure munie d'un tubercule stigmatique contre le tégument du Phasmide, arrive à le perforer et met ainsi son appareil respiratoire en communication directe avec l'air extérieur. La larve

---

([1]) Page 710.
([2]) Page 234.
([3]) Notamment les déformations causées aux Polypes hydraires par les larves de Pycnogonides, signalées par Allman.

demeure alors suspendue intérieurement à la paroi du corps de son hôte; elle se nourrit exclusivement de globules et de plasma sanguins.

Comme chez tous les Insectes primitifs, l'appareil génital femelle des *Leptynia* est constitué par deux séries de gaines ovigères dont la disposition initiale était certainement métamérique; toutes les gaines d'un même côté débouchent dans un oviducte qui s'unit à son symétrique de l'extrémité postérieure du corps. La présence des larves de *Thrixion* dans la région des gaines ovigères a pour conséquence d'enrayer le développement de toutes celles-ci; en revanche, la jeune larve prend peu à peu la forme, la couleur et les dimensions d'un œuf mûr de *Leptynia*. Il y a bien ici castration parasitaire; cette castration n'est cependant pas substitutive comme dans le cas des *Entoniscus;* car le parasite ne prend nullement la place des gaines avortées; il se borne à acquérir une vague ressemblance avec l'œuf mûr qu'elles devraient contenir. Arrivée à maturité, la larve sort à reculons du corps de son hôte, tombe à terre et se transforme en pupe. Aussitôt les gaines ovigères reprennent leur développement et peuvent mener à bien leurs œufs. Il n'y a donc que castration temporaire, causée par la présence du parasite.

Comme après l'éclosion des *Thrixion* les *Leptynia* ont complètement disparu, il est probable que les *Thrixion* qui doivent éclore au printemps confient à d'autres espèces les œufs.

Le P. Pantel ne s'est pas borné à ces constatations biologiques. Il a fait une étude approfondie des larves et révélé dans leur organisation un grand nombre de faits inattendus. L'appareil digestif, comme chez tous les parasites, est très simplifié; l'œsophage s'est presque entièrement transformé en une sorte d'appareil de succion à musculature exclusivement dorsale; à cellules claires, analogues à celles du gésier d'autres insectes. Le vaisseau dorsal passe au-dessus du collier œsophagien, s'ouvre sur sa face ventrale et se transforme en une gouttière dont les lèvres s'écartent pour se souder aux organes voisins, hémisphères et disques marginaux, en constituant une sorte de voûte sous laquelle passe le sang. Les valvules du vaisseau dorsal sont constituées chacune par une cellule unique. Les trachéoles sont remplies de gaz; les grandes cellules ramifiées, prises autrefois pour la terminaison des trachées, marquent le passage de ces organes dont le méat est *intercellulaire* aux trachéoles qui sont des voies *intracellulaires*. Il existe dans chaque segment abdominal un organe excréteur double, formé de très grandes cellules remarquablement adhésives, mais indépendantes et absorbant le bleu de méthylène (*œnocytes*). Le principal organe sensitif

est un organe antenniforme, dont le cuticule se clive de manière à figurer une sorte de poche remplie d'un liquide spécial, dans lequel baignent les bâtonnets sensoriels. Il existe aussi deux organes sensoriels : l'un épi- et l'autre hypo-pharyngien.

L'ensemble de ces résultats n'a pu être obtenu que par des recherches histologiques d'une remarquable précision, d'une grande délicatesse, qui ont permis au P. Pantel de faire de sa Monographie des larves de *Thrixion* l'un des Ouvrages les plus complets, l'un des documents les plus sûrs dont se soit enrichie, dans ces dernières années, l'histoire des larves parasites d'Insectes.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier; M. Milne-Edwards, rapporteur.)

M. **Coutière** a exploré au point de vue zoologique notre possession française de Djibouti, sur la côte orientale d'Afrique; il y a séjourné du mois de décembre 1896 au mois d'avril 1897. Ses recherches ont principalement porté sur la faune marine et sur les Crustacés du groupe des Alphés, très abondants au milieu des Madrépores et sur les rivages rocheux des mers tropicales.

Djibouti offre un champ d'études étendu et varié. Les récifs qui bordent le rivage sont formés par des Coralliaires à tous les degrés de développement. Les uns ont été exhaussés et se trouvent émergés bien qu'ils ne renferment que des espèces identiques à celles habitant actuellement la mer; d'autres sont en voie de formation et situés à une assez grande profondeur; d'autres enfin sont accessibles à l'époque des fortes marées et ils abritent de très nombreux animaux.

M. Coutière a recueilli une grande variété d'Invertébrés, Éponges, Cœlentérés, Echinodermes, Vers, Mollusques, Crustacés, etc. Il en a étudié les mœurs et a constaté de nombreux cas de parasitisme ou de commensalisme qui n'avaient jamais été signalés.

Pour la seule famille des Alphés, plus de trente espèces ont été recueillies par M. Coutière; elles appartiennent à neuf genres et treize d'entre elles avaient jusqu'à présent échappé aux recherches des naturalistes, au moins dans cette partie de l'océan Indien. Leur découverte modifie les idées des zoologistes au sujet de leur distribution géographique. Ces investigations ont été complétées par des observations sur la couleur, l'habitat,

le développement de ces animaux, faisant connaître les habitudes sédentaires, la vie par couples, les différences sexuelles, le mode de locomotion, le pouvoir de vision des Alphéides. Leur anatomie a été l'objet de la part de M. **Coutière** de travaux importants; aussi votre Commission a-t-elle été unanime à décerner à ce naturaliste le prix Savigny.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, d'Arsonval, Duclaux; Lannelongue, rapporteur.)

En 1889, MM. Charrin et Roger montrèrent que, si l'on verse une culture de bacille pyocyanique dans le sérum d'un animal immunisé contre cette maladie, les bacilles se groupent en amas. Le même phénomène d'agglutination a été constaté en janvier 1896 par M. Gruber et M. Durham en ce qui concerne la culture du bacille d'Eberth versée dans le sérum de l'homme guéri de la fièvre typhoïde et immunisé contre cette maladie.

Le 26 juin 1896, dans une première Note, M. **Widal** a vérifié la réalité de ce pouvoir agglutinant du sérum des immunisés. Il a vu de plus que le sérum de l'homme malade, et qui n'a pas encore acquis l'immunité, produit aussi l'agglutination du bacille d'Eberth.

M. Widal constate l'agglutination dès le quatrième jour; on l'a vue dès le deuxième. Il l'a vue persister au bout de dix-neuf ans.

Il reconnaît que ce signe peut manquer. Il ferait défaut dans un cas sur 163. M. Widal a mesuré la puissance agglutinante du sérum typhique. 1 de sérum et 10 de culture donnent l'agglutination en une demi-heure, mais on peut l'obtenir avec 1 de sérum et 12000 de culture.

Sans rechercher si ce signe est effet des perturbations morbides ou s'il révèle la tendance à l'état d'immunité, il est hors de doute que M. **Widal** a introduit dans la pratique de la Médecine un précieux moyen de diagnostic. L'Académie lui décerne un des prix Montyon (Médecine et Chirurgie).

L'Académie ne récompense pas seulement les chercheurs qui font surgir

un fait nouveau, fruit de leurs expériences, ou qui constatent ce fait nouveau grâce à une persévérante et perspicace observation. Les faits aident à l'édification de la Science, mais la Science veut que ces faits soient coordonnés et qu'ils puissent être envisagés dans une sorte de synthèse. La doctrine s'édifie de cette sorte avec ses progrès et ses reculs, ses évolutions et ses perfectionnements. Elle ouvre sur l'immense domaine des faits une vue qui permet de les envisager sous des aspects nouveaux. Qu'un nouveau point de vue nous devienne accessible, les mêmes faits sont considérés par une autre face; ils ne sont pas autres, mais ils sont vus autrement; le relief naît de ce double aspect. L'Académie note ces étapes du progrès de la doctrine; elle en signale les manifestations successives en attendant la consécration définitive. C'est ce qu'elle a fait pour la doctrine de la formation et de la pérennité de la cellule; elle a couronné l'œuvre de Virchow, quarante ans après avoir marqué, en s'attachant comme Correspondant l'auteur de la *Pathologie cellulaire*, l'intérêt qu'elle attachait à ses conceptions nouvelles.

On devait à Virchow cette formule : *Omnis cellula e cellulâ*, mais comme toutes les cellules de l'adulte proviennent de deux cellules originelles, on avait admis que, dans leurs multiplications successives, les cellules primordiales forment les cellules embryonnaires qui ne se différencient pas d'abord les unes des autres, cellules indifférentes qui, par la série des multiplications, arrivent cependant à se différencier et à former les espèces cellulaires distinctes. Puis on a admis que les cellules, ainsi différenciées, étaient capables, en se multipliant sous des influences pathologiques, d'engendrer par multiplication de nouvelles cellules indifférentes, lesquelles ultérieurement pourraient engendrer à nouveau des cellules différenciées, soit du type de la différenciation primitive, soit d'un autre type.

On a admis que l'indifférence des cellules n'est pas absolue et que de certaines cellules naîtraient seulement des épithéliums; que d'autres cellules naîtraient seulement des éléments conjonctifs et que des épithéliums ne pourraient pas dériver des cellules indifférentes capables d'engendrer des éléments conjonctifs, pas plus que des éléments conjonctifs ne pourraient naître des cellules capables d'engendrer des épithéliums. C'était le commencement d'une doctrine de la *spécificité cellulaire*.

Cette doctrine, par les travaux successifs poursuivis par M. **Bard** depuis treize ans, a pris une ampleur et une cohésion qui témoigne d'un grand effort, d'une remarquable continuité dans la direction de la recherche et d'une hauteur de vues incontestable. Pour M. Bard, toute cellule a sa spé-

cificité; elle appartient à une espèce et, si elle se reproduit, ne pourra engendrer que des cellules semblables à elle. Les espèces cellulaires différentes, dont l'ensemble constitue l'organisme, peuvent, comme les espèces animales ou végétales proprement dites, avoir une origine commune; mais une fois différenciées, elles ont acquis la quasi spécificité des espèces naturelles. Non seulement un épithélium ne donnera pas naissance à une cellule conjonctive, mais chaque type épithélial reste différencié, même dans ses multiplications pathologiques, le cancer à cellules cylindriques gardant les mêmes caractères dans les colonies qui le reproduisent à distance. De même, les diverses variétés du tissu conjonctif gardent leur spécificité jusque dans les tumeurs qui en dérivent. De même pour les cellules dites *lymphoïdes*, qui sont dans le sang spécifiquement différentes de ce qu'elles sont dans les ganglions lymphatiques et qui conservent leurs différences spécifiques quand elles se développent outre mesure, soit dans les lymphomes, soit dans la leucocythémie.

Rien n'est définitif dans la doctrine des sciences d'observation; tout est sujet à revision; l'œuvre de M. Bard n'est peut-être qu'une étape, mais il nous a paru qu'elle est de celles que l'Académie doit signaler, et nous vous proposons d'accorder à M. **Bard** l'un des prix Montyon.

Le *Traité clinique de l'Actinomycose humaine* de MM. **Poncet** et **Bérard** n'est pas seulement un travail didactique de Pathologie chirurgicale. La note de cet Ouvrage est plus personnelle et sa portée plus générale que celles d'un livre d'enseignement : car il est fait de documents vécus, et il représente actuellement la monographie la plus complète qui ait été écrite en France sur les espèces pathogènes du genre *Oospora,* en particulier sur l'*Oospora bovis,* agent causal de l'Actinomycose humaine.

Après avoir été des premiers en France à déceler puis à rechercher méthodiquement l'Actinomycose, les auteurs ont utilisé les riches matériaux acquis par leur observation clinique (près de 50 cas personnels en six ans), pour fixer la biologie des parasites de cette affection, et surtout pour mettre en lumière les points relatifs à leur passage, du milieu extérieur, dans l'organisme des animaux et de l'homme. Avant eux, déjà, on avait constaté que les végétaux, les céréales surtout, servaient d'habitat de prédilection aux champignons *Oospora,* et leur constituaient un milieu naturel de culture des plus favorable. La présence de débris végétaux, au sein des tissus infectés par le parasite, avait témoigné maintes fois du mécanisme de l'inoculation. Par des cultures artificielles sur les céréales,

MM. Poncet et Bérard ont pu suivre l'évolution du champignon telle qu'elle se fait à l'air libre : ils ont démêlé les nombreux types de son polymorphisme pour arriver à la forme sporulée, qui est la forme infectante habituelle, car elle résiste mieux que toutes les autres aux agents de destruction. A l'appui de leur démonstration, ils ont réalisé, avec des spores datant de plusieurs années, des cultures en série et des inoculations positives.

Grâce à ces données biologiques précises, les auteurs ont écrit un chapitre d'étiologie des plus suggestifs, qu'ils ont complété par un tableau à grands traits de l'affection chez les animaux, en particulier chez les espèces domestiques plus susceptibles d'infecter l'homme.

Mais la partie la plus originale de ce Livre, celle qui intéressera le plus les médecins auxquels il s'adresse, est celle qui concerne les descriptions cliniques et la thérapeutique de l'Actinomycose. Les aspects, la marche de cette maladie, sont essentiellement variés. Il a fallu aux premiers observateurs la constatation indiscutable d'un parasite commun, pour attribuer la même origine à des lésions en apparence aussi diverses. On ne pouvait donc pas songer à en encadrer les symptômes dans les formes traditionnelles des Traités classiques. L'évolution générale de l'affection est commandée surtout par la porte d'entrée du champignon : aussi les auteurs ont-ils groupé autour de la cavité buccale, des voies digestives et des voies respiratoires, les types cliniques le plus communément observés. A propos de chacun de ces types, ils ont présenté au lecteur des figures aussi nombreuses que fidèles, qui lui permettront peut-être d'arriver au diagnostic, d'après les seuls caractères extérieurs, sans passer par le contrôle, parfois délicat et souvent impossible, du microscope. Grâce à ce groupement, ils ont pu suivre le parasite dans sa marche à travers les divers organes; ils en ont expliqué les localisations multiples, et ils ont montré comment certaines de ces localisations se retrouvent toujours à l'origine de certaines autres, qui ne doivent être considérées que comme des formes secondaires de la maladie.

Après l'analyse de ces formes multiples, la synthèse des caractères généraux de l'Actinomycose est exposée en quelques pages dans le chapitre du Diagnostic, auquel les auteurs ont annexé la description succincte de quelques *pseudo-actinomycoses*, plus ou moins voisines de l'affection causée par l'*Oospora bovis*, et de la *Botryomycose*, ou maladie du champignon de castration du cheval, décelée pour la première fois en Pathologie humaine par MM. Poncet et Dor (1897).

Il faudrait sortir des limites de ce Rapport pour indiquer, même briève-

ment, les mesures de prophyllaxie et les règles de thérapeutique prescrites par MM. Poncet et Bérard, d'après les données pathogéniques, et d'après les constatations de leur expérience personnelle. Parmi ces dernières, une est surtout importante en ce qu'elle épargnera aux cliniciens, trop confiants dans les médicaments dits *spécifiques*, des déboires parfois sévères : c'est à tort, en effet, que l'iodure de potassium a été considéré depuis Thomassen d'Utrecht (1885) comme le remède certain, nécessaire et suffisant, de l'Actinomycose chez l'homme ou chez les animaux. Que l'on doive administrer l'iodure à tous les actinomycosiques, les deux auteurs l'admettent; mais ils insistent sur ce fait, établi par de nombreux cas, qu'un traitement chirurgical raisonné doit être en même temps institué pour détruire largement les foyers infectés, et pour couper la route au pasasite dans ses incursions au voisinage de ces foyers.

En terminant, je dois ajouter que l'œuvre de M. **Poncet**, dans l'étude de l'Actinomycose, ne s'est pas confinée dans un champ d'expériences limité. Depuis six ans, il n'a cessé d'encourager ses élèves et les médecins de la région lyonnaise à la recherche de cette maladie. Grâce à lui on l'a signalée, puis reconnue endémique ou du moins habituelle, dans des régions où elle était jusque-là totalement ignorée. Si bien qu'il a pu démontrer l'an dernier, dans un Rapport au Congrès pour l'avancement des Sciences, cette proposition dont vous comprendrez toute l'importance pour l'hygiène de notre pays : l'Actinomycose humaine est aussi répandue en France qu'en Allemagne, en Autriche, en Russie et en Suisse, où on la croyait jusqu'ici confinée.

En conséquence un autre prix Montyon est partagé à MM. **Poncet** et **Bérard**.

Des mentions sont attribuées à MM. **Le Double**, **Variot** et **Kirmisson**.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Chatin, Guyon, Guignard; Lannelongue, rapporteur.)

Au nom de la Commission, j'ai l'honneur de proposer à l'Académie de décerner le prix Barbier à M. le Dr **J. Comby**.

Un très grand nombre de travaux, plus de cinquante articles vous ont été adressés par lui et témoignent d'un labeur soutenu et d'un grand effort personnel. Mais ce n'eût pas été suffisant pour enlever le suffrage de votre

Commission. Elle a été touchée bien davantage par l'originalité des recherches de M. Comby sur une branche importante de la Pathologie médicale, celle de l'Enfance.

Plusieurs Mémoires sur le Rachitisme développent des idées neuves, constituant un véritable progrès, qui ont exercé une influence utile et heureuse sur le traitement de cette affection. Les études faites par M. **Comby** sur l'influence des auto-intoxications gastro-intestinales, sur la production des dermatoses prurigineuses, sur la chorée, sur le craniotabes, sur les paralysies obstétricales, sur la tuberculose, etc., sont aussi d'excellentes recherches, pleines d'idées neuves, qui témoignent d'un esprit d'observation doué de la plus grande sagacité et de qualités éminentes.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue; Bouchard, rapporteur.)

Après que M. Chauveau eut introduit dans la Science cette notion féconde que les agents des maladies infectieuses agissent par les matières solubles qu'ils sécrètent, par de véritables poisons, l'idée d'une analogie entre les virus et les venins avait été émise par divers expérimentateurs. Certains avaient même imaginé l'existence de microbes dans les venins et les avaient en vain recherchés dans les glandes des serpents et des Batraciens.

Quand on réfléchit à l'étroite ressemblance qui rapproche la cellule glandulaire et la cellule microbienne, cette hypothèse devient inutile. Étudier la biologie des animaux venimeux, la nature et l'action physiologique de leurs venins pour la comparer à celle des toxines microbiennes, surtout au point de vue des phénomènes de l'immunité, tel a été le but des recherches que M. **Phisalix**, soit seul, soit en collaboration avec M. Bertrand, a entreprises depuis une dizaine d'années.

L'immunité naturelle de certains animaux pour leur propre venin a été le point de départ de ses investigations. Après avoir constaté que l'immunité de la salamandre terrestre pour son venin n'existe pas encore chez la larve et qu'elle est corrélative du développement des glandes cutanées, il a cherché si la cause de cette immunité ne résiderait pas dans une sorte d'accoutumance au venin, par suite d'une sécrétion interne des glandes. De fait, on trouve dans le sang de salamandre des principes toxiques dont

l'action se rapproche de celle du venin. Il en est de même pour le crapaud. Le parallélisme entre la composition du sang et celle du venin existe encore chez les reptiles dont le venin diffère complètement de celui des Batraciens. Toutefois, le fait de la toxicité du sang des couleuvres paraissait en contradiction avec la théorie de l'accoutumance, car, jusqu'alors, les couleuvres avaient été considérées comme dépourvues de glandes venimeuses. La découverte de ces glandes est venue justifier la théorie et expliquer leur immunité naturelle pour le venin.

L'immunité artificielle pour les venins s'obtient, comme pour les toxines, de deux manières différentes : 1° par accoutumance, c'est-à-dire par l'inoculation du venin à doses progressivement croissantes; 2° par vaccination, c'est-à-dire par l'inoculation du venin débarrassé de ses substances toxiques. Dans ce dernier procédé, la réaction défensive de l'organisme s'exercera seule; elle n'est pas entravée par les poisons qui la paralysent comme dans l'accoutumance. Il était donc utile de séparer dans les venins, comme j'ai tenté de le faire pour les substances bactériennes, les substances vaccinantes des substances toxiques. L'analyse du venin de vipère a permis d'y déceler trois principes actifs à propriétés différentes : 1° une substance vaccinante, l'*échidno-vaccin*, que l'on peut isoler par plusieurs procédés : le chauffage, la filtration sur porcelaine, la dialyse; 2° une substance qui se comporte comme un ferment digestif et qui détermine des lésions locales très intenses, c'est l'*échidnase*. Elle est détruite par la chaleur et certains réactifs chimiques; elle est précipitable par l'alcool et peut être entièrement séparée des autres principes par une série de précipitations successives; 3° une substance toxique, l'*échidno-toxine*, dont les effets physiologiques se manifestent surtout par un abaissement de la température et de la pression sanguine; elle résiste mieux à la chaleur que les précédentes. Cette division correspond non seulement aux propriétés physiologiques du venin, mais encore à certains faits d'ordre biologique aussi intéressants qu'inattendus. Le venin de vipère, *dans la même espèce*, varie suivant les régions et la saison. Or ces variations se manifestent, soit par la virulence, soit par la disparition d'un des principes énumérés ci-dessus. C'est ainsi que le venin des vipères de Clermont-Ferrand ne contient pour ainsi dire pas d'*échidno-vaccin* libre, et celui des vipères d'Arbois, au printemps, est dépourvu de toute action locale; l'échidnase fait défaut, elle n'apparaît que dans le courant du mois de juin.

Le mécanisme de l'immunité acquise sous l'influence de l'échidno-vaccin est le même que celui que j'ai mis en évidence pour les toxines micro-

biennes : l'état vaccinal n'est pas engendré dans l'organisme par la circulation de la matière vaccinante elle-même ; il résulte, au contraire, d'une *réaction de l'organisme*. En quoi consiste cet état vaccinal? Ici encore, les modifications de l'organisme sont identiques à celles que provoquent les toxines microbiennes, et se manifestent par l'apparition dans le sang de substances favorables à l'organisme ; dans ce cas, ce sont des substances *antitoxiques*, qui ont la propriété, quand on les injecte en même temps que le venin, d'empêcher celui-ci d'agir, et cela non en le détruisant, mais en produisant dans les organes un état chimique particulier qui les rend insensibles au poison. Une étude plus approfondie a permis à M. Phisalix de distinguer, dans le sérum antivenimeux, deux propriétés physiologiques qui correspondent probablement à deux substances différentes : l'une agit comme un vaccin, indirectement, par l'intermédiaire de l'organisme; l'autre est la substance antitoxique proprement dite, dont les propriétés protectrices s'exercent d'une manière directe et immédiate. L'apparition de la première substance précède toujours celle de la seconde; elle peut exister seule chez les animaux faiblement vaccinés; elle correspond au premier degré de la vaccination. La seconde substance, qui n'est peut-être qu'une modification de la première, est corrélative d'une vaccination plus intense. Ces deux substances se trouvent aussi à côté de la substance toxique dans le sang des animaux à immunité naturelle, comme la vipère et la couleuvre ; chez le hérisson, la substance vaccinante prédomine notablement ; chez l'anguille, elle peut même être considérée comme existant seule. On la trouve aussi, à des degrés divers, dans le sang de grenouille, de crapaud, de chien.

D'où viennent ces principes dont la présence dans le sang est si répandue? Les expériences de M. Phisalix lui ont suggéré à cet égard une théorie nouvelle. Il pense que, dans l'acte de la vaccination, le venin exerce une excitation puissante sur certains organes glandulaires, et que ceux-ci déversent dans le sang des produits dont les modifications ou les combinaisons constituent les substances antitoxiques et vaccinantes. Ce rôle indirect du venin de vipère est si vraisemblable qu'il peut être rempli par des venins de composition complètement différente, comme, par exemple, ceux de la salamandre du Japon (*Sieboldia maxima*) et du frelon (*Vespa crabro*). Si, en général, la vaccination contre un virus ou un poison s'obtient avec les éléments mêmes de ce virus ou de ce poison, il n'en est pas moins vrai que, dans quelques cas, l'immunité peut être établie avec des produits d'origine différente : bacille pyocyanique contre bacté-

ridie charbonneuse (Bouchard), choléra des poules contre charbon (Pasteur). Mais on peut objecter que, dans les mélanges complexes qui constituent les toxines microbiennes, il existe des substances analogues et que ces dernières seules sont douées de propriétés vaccinales vis-à-vis l'une de l'autre. La difficulté d'une explication rationnelle provient, comme on le voit, de ce que nous ne connaissons pas les substances actives et leurs relations réciproques.

Aussi la découverte de substances chimiquement définies possédant des propriétés vaccinales contre une toxine ou un venin devait-elle présenter un grand intérêt et faire entrer l'étude des vaccins dans une nouvelle voie. C'est précisément à quoi ont abouti les recherches de M. Phisalix sur les propriétés antivenimeuses de la bile. Après avoir précisé le rôle de cette sécrétion et montré qu'elle agit comme antidote chimique et comme vaccin, il a recherché, parmi les substances qui en constituent les principaux éléments, celles qui ont une action contre le venin. Il a reconnu que les sels biliaires glycocholate et taurocholate de soude exercent, vis-à-vis du venin de vipère, la même neutralisation chimique que la bile entière. Ces sels possèdent aussi une action vaccinante, mais non antitoxique. La cholestérine, provenant soit des végétaux, soit des calculs biliaires, produit également l'immunité contre le venin. En outre, son pouvoir antitoxique est manifeste et assez puissant pour s'exercer encore cinq et dix minutes après l'inoculation du venin. Du moment où un liquide organique comme la bile fournit des vaccins chimiques contre le venin, on pouvait se demander si d'autres composés organiques définis ne seraient pas doués des mêmes propriétés. C'est en effet ce qui a lieu pour la tyrosine, que l'on trouve en abondance dans certains tissus végétaux et animaux. On obtient les mêmes résultats avec la tyrosine extraite du blanc d'œuf qu'avec celle qui provient des tubercules de dahlia. Aussi le suc de ces tubercules, où la tyrosine se trouve en dissolution, se comporte également comme un vaccin. C'est le premier exemple connu d'un végétal dont le suc est doué de propriétés immunisantes contre un venin. Il est à prévoir qu'il ne sera pas le seul.

Ces expériences font ressortir le rôle prépondérant de l'organisme dans les phénomènes de vaccination et introduisent en Pathologie cette notion nouvelle des vaccins chimiques.

L'Académie décerne à M. **Phisalix** le prix Bréant.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval; Guyon, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de partager ce prix entre MM. **B. Motz** et **F. Guiard**.

M. le Dr **Motz** est l'auteur du travail intitulé : *Contribution à l'étude histologique de l'hypertrophie de la prostate*. L'auteur a fait des recherches expérimentales, histologiques et cliniques. L'examen approfondi de trente prostates de malades morts à la clinique de Necker, à la suite d'accidents déterminés par l'hypertrophie de cette glande, est la base de son travail. Afin de se rendre exactement compte de la structure des prostates hypertrophiées l'auteur a d'abord fait l'étude histologique de la prostate aux différents âges.

Il est arrivé à établir : que, dans vingt-neuf cas sur trente, il y avait du tissu glandulaire; dans neuf cas ce tissu occupait moins du tiers des coupes, dans quatre il occupait les deux tiers, dans douze les deux tiers, dans trois plus des deux tiers. Le tissu glandulaire est donc abondant dans la moitié des cas. Poursuivant son enquête, il montre qu'il n'y a pas de rapport à établir entre la proportion du type glandulaire et le volume de la prostate, mais que cependant, les cas d'hypertrophie moyenne semblent être ceux où le tissu glandulaire est le plus abondant. Étudiant chacune des pièces dans tous leurs détails, il montre que le tissu musculaire est toujours abondant, et d'autant plus, que la quantité de tissu glandulaire est plus grande; il établit enfin que la sclérose des vaisseaux prostatiques n'existait que dans neuf cas.

L'expérimentation sur les animaux a eu pour but de se rendre compte des effets de l'ablation des deux testicules, sur l'atrophie des divers tissus de la prostate; elle démontre que le tissu glandulaire est prochainement modifié, il ne tarde pas à diminuer et peut complètement disparaître. M. Motz conclut que la castration double peut, chez l'homme, déterminer la diminution de volume de la prostate. Dans les trente cas étudiés dans son Mémoire au point de vue de l'Histologie, dix-neuf auraient pu subir une notable diminution, tandis que dans les onze autres le résultat aurait été probablement nul ou peu appréciable.

M. Motz apporte une contribution nouvelle à l'étude de la structure de la prostate hypertrophiée; il met à la disposition des chirurgiens les documents importants et précis qui leur faisaient défaut.

M. le Dr **Guiard** poursuit depuis plusieurs années l'étude de la blennorragie. Les trois Volumes qu'il a publiés sur ce sujet, et qui ont été examinés par la Commission du prix Godard, constituent un Traité complet de la blennorragie chez l'homme. Le premier est consacré à l'histoire de la blennorragie aiguë, le second aux urétrites chroniques, le troisième aux complications locales et générales.

La blennorragie, depuis qu'elle a été séparée de la syphilis, semblait ne devoir plus occuper qu'un rang modeste parmi les affections vénériennes. En démontrant sa nature infectieuse, que la clinique n'avait fait que pressentir, la découverte du gonocoque a suscité de tous côtés de nouvelles recherches. Elles ont eu pour résultat de perfectionner l'étude clinique de la blennorragie, de mieux préciser son diagnostic, de donner un objectif direct à son traitement, de rendre évidentes ses graves conséquences, de faire voir enfin que son importance pathologique n'est peut-être pas moindre que celle de sa redoutable rivale. Ajoutées à tout ce que l'observation clinique a solidement édifié, ces notions précieuses donnent, à l'heure actuelle, un très vif intérêt à l'étude de la blennorragie.

C'est ce que M. Guiard a très bien compris. L'œuvre qu'il a poursuivie et conduite à bonne fin est celle d'un esprit ouvert au progrès et fidèle aux traditions. Voué depuis longtemps à l'étude des affections de l'appareil urinaire, il pouvait juger en connaissance de cause et faire la part qu'il convenait à chacun de ces deux éléments essentiels du progrès. Nous ne pouvons tenter une analyse du Traité de M. Guiard, mais nous devons dire que, s'il a tenu à reproduire aussi complètement et à coordonner, aussi méthodiquement que possible, les données acquises jusqu'à présent par les travaux de chacun, il a cependant fait œuvre personnelle. L'auteur a soumis au contrôle de l'observation clinique ou de l'expérimentation chacune des questions litigieuses, il les a discutées en s'appuyant sur son expérience étendue, et il a pu fournir sur plusieurs points des notions nouvelles. Les livres de cette nature, lorsqu'ils viennent, comme celui-ci, à leur moment, servent à la fois la pratique et la Science.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Brouardel, Guyon, Lannelongue; Potain, rapporteur.)

M. Castaing, médecin en chef de l'hôpital mixte de Poitiers, a adressé à l'Académie, pour le concours du prix Bellion, un Mémoire concernant l'*aération des habitations* par une méthode nouvelle.

La méthode qu'il préconise et qu'il a imaginée consiste à placer à la partie supérieure de chaque fenêtre des vitres doubles formées de deux glaces parallèles et très rapprochées, mais incomplètes : la glace extérieure laissant un espace libre par le bas, la glace intérieure un espace semblable par le haut. Les deux vitres forment ainsi un couloir étroit dans lequel l'air du dehors s'engage par la partie inférieure pour ressortir en haut dans l'intérieur de la pièce, au voisinage du plafond.

Appliquée à toutes les fenêtres d'une vaste salle, cette disposition permet à l'air de se renouveler partout également d'une façon incessante, et à l'air nouveau de se diffuser très régulièrement sans produire nulle part de courant incommode ou dangereux. De plus, en raison de l'étroitesse et de la longueur du couloir que l'air doit traverser, elle empêche les accélérations incommodes que tendraient à produire la poussée exagérée du vent sur une des faces du bâtiment ou la pénétration de la pluie que les rafales y pourraient projeter.

Le principe est des plus simples, l'application en est des plus faciles et n'entraîne aucune dépense. Le résultat pourtant est absolument merveilleux.

J'ai, depuis un an, fait appliquer ce système à l'hôpital de la Charité, dans les salles dont je suis chargé. Jusque-là, quand on y pénétrait le matin avant l'ouverture des fenêtres, on trouvait à un degré extrêmement prononcé l'odeur spéciale et particulièrement fétide des agglomérations humaines. Depuis cette installation, à quelque heure que ce soit, l'absence absolue d'odeur témoigne suffisamment d'une aération parfaite et constante.

Craignant qu'un renouvellement de l'air réuni aussi copieux n'amenât pendant l'hiver un refroidissement fâcheux, j'ai fait relever la température chaque jour dans ces salles et dans les salles voisines où le système n'avait pas été appliqué. La différence a été insignifiante, ne dépassant guère un demi-degré. Et les plus grosses rafales n'ont jamais été incommodes.

Chaque jour les faits montrent mieux, à mesure qu'on les étudie davantage, toute l'importance de la ventilation en hygiène. Certaines méthodes thérapeutiques tendent à se baser exclusivement sur elle. Aussi s'est-on dès longtemps appliqué à en perfectionner les méthodes, recourant souvent, pour y atteindre, à des appareils très compliqués. Les plus habiles cependant, les plus savants, les plus compétents y ont presque partout échoué. Or voici que, avec un système des plus simples, M. Castaing atteint presque à la perfection. Assurément on ne saurait trop l'en louer, car rien n'est plus digne d'éloges que le fait d'obtenir de très grands résultats à l'aide de moyens fort simples. Aussi votre Commission vous propose d'attribuer le prix Bellion de cette année à M. **Castaing**.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Lannelongue; Guyon, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Mège à MM. **Labadie-Lagrave** et **Félix Legueu** pour leur Traité de *Gynécologie médicale et chirurgicale*.

Il est peu de parties de la Pathologie, pour lesquelles de plus grands progrès aient été réalisés à notre époque. En publiant leur Traité, MM. Labadie-Lagrave et Félix Legueu ont eu soin d'établir que, si les acquisitions nouvelles et précieuses auxquelles nous faisons allusion sont surtout dues à la Chirurgie, ce serait en contrarier l'évolution et limiter leur extension que de ne pas laisser à la Médecine la part importante qui lui appartient.

Ce n'est pas seulement par l'esprit dans lequel il est conçu que cet Ouvrage se distingue de ses devanciers, c'est encore par l'étude approfondie des résultats thérapeutiques, à laquelle les auteurs ont donné une grande extension. En procédant ainsi, ils obéissaient à une tradition acceptée de tous, mais qui parfois demeure dans un oubli relatif. Par contre, ils rompent avec elle en adoptant, pour base de leurs classifications, la Pathologie générale Ils ont voulu montrer comment les maladies de l'appareil génital de la femme sont régies et gouvernées par les maladies des autres appareils, et par quels traits elles s'en distinguent. Ils ont donné, avec la plus grande exactitude. tous les détails de l'état local, indiqué toutes

les ressources du traitement et tracé avec ampleur les chapitres généraux, tels que celui des infections.

Venant après des Ouvrages du même ordre et qui ont obtenu le succès le plus légitime, le Traité de Gynécologie de MM. **Labadie-Lagrave** et **Félix Legueu** ajoute aux progrès acquis et réunit l'ensemble des conditions qui en assurent le développement. La lecture d'une œuvre aussi largement faite, viendra en aide à ceux, qui désireux de répondre au vœu du Dr Mège, voudraient reprendre l'essai qu'il avait tenté, sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Marey, Ranvier, Potain; Milne-Edwards et Bouchard, rapporteurs.)

En donnant cette année (1898), à M. **Edw. Phelps Allis**, la moitié du prix Lallemand, pour son Mémoire intitulé : *The cranial muscles and cranial and first spinal nerves of* Amia calva, la Commission a voulu récompenser les intéressantes recherches que ce naturaliste a faites, depuis plusieurs années, sur l'anatomie et le développement de ce Poisson : recherches longues et difficiles, qui ont d'abord porté sur le système de la ligne latérale, puis sur les nerfs craniens; ceux-ci ont été l'objet d'une étude minutieuse à tous les moments de leur développement.

Des dessins, exécutés avec beaucoup de soin, permettent de suivre les descriptions de l'auteur.

L'anatomie des Poissons Ganoïdes a fait ainsi, grâce aux Travaux de M. **Allis**, de notables progrès.

Dans son étude sur le cervelet (Anatomie et Physiologie), M. **A. Thomas** a utilisé les dégénérescences produites par les cas pathologiques et par les faits expérimentaux de destruction partielle ou totale du cervelet et de ses connexions. Il a constaté que les trois pédoncules cérébelleux, supérieur, moyen et inférieur, contenaient des fibres afférentes et efférentes. Les fibres afférentes sont surtout contenues dans le pédoncule cérébelleux inférieur; elles se rendent dans le corps restiforme et le segment interne du corps restiforme. Le pédoncule cérébelleux moyen contient des fibres afférentes prenant leur origine dans la substance grise du Pont. Elles ont pour fonc-

tion de transmettre à un hémisphère cérébelleux les impressions cérébrales fournies par l'hémisphère cérébral du côté opposé.

Le pédoncule cérébelleux supérieur contient surtout des fibres efférentes. Celles-ci unissent le cervelet à la moelle, au bulbe, à la protubérance, à l'encéphale et mettent en rapport l'écorce du cervelet avec les noyaux centraux du même organe.

Ce Travail s'appuie sur cinq observations personnelles, avec examen histologique et nombreuses figures originales et sur une grande quantité de faits expérimentaux sur divers animaux.

M. **Thomas** conclut de ses recherches que le cervelet est un organe se développant comme les voies de la sensibilité, qui enregistre les impressions centrales et les excitations périphériques, et constitue surtout un centre réflexe de l'équilibration.

PRIX LARREY.

(Commissaires : MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Potain; Marey, rapporteur.)

Parmi les Ouvrages adressés au concours pour le prix Larrey, la Commission a particulièrement distingué celui de MM. **J. Regnault** et **de Raoult**, intitulé : « Comment on marche ». Ce Travail est une importante application de la Physiologie à la vie pratique. Les auteurs montrent que le genre de marche que nous avons adopté et que l'on pourrait appeler la *marche citadine* est d'un très mauvais rendement au point de vue de l'utilisation de nos forces. Toutes les races humaines que les voyageurs nous signalent comme capables de soutenir des marches extrêmement longues en portant de lourds fardeaux, Hindous, Cinghalais, Malgaches, etc., pratiquent ce qu'on appelle la *marche en flexion*.

Cette marche, d'après M. Manouvrier, aurait été l'allure ordinaire de nos ancêtres préhistoriques; elle serait instinctivement pratiquée par les gens fatigués ou pressés d'arriver.

M. le commandant de Raoult, l'un des auteurs du Livre que nous analysons, a fait sur des corps de troupe des expériences qui démontrent l'importance de ce genre de marche. Après quelques semaines d'entraînement, les soldats étaient capables de fournir des étapes de 30^{km} à 40^{km} en quatre ou cinq heures avec très peu de fatigue.

Mais on ne s'improvise pas bon marcheur en flexion; il faut subir d'abord

un entraînement de quelques semaines. Or, la Physiologie abrégera cette durée en montrant par quel mécanisme la flexion des jambes, si elle se produit au moment opportun, supprime la principale cause de perte de travail, c'est-à-dire l'oscillation verticale que fait le corps, à chaque pas, dans la marche citadine.

Les épures chronophotographiques montrent clairement la cause de ces oscillations et le moyen de les supprimer. Dans la marche citadine, la jambe est raidie pendant la durée de l'appui du pied; il s'ensuit que la hanche et, par conséquent, le centre de gravité du corps décrivent un arc de cercle ayant pour rayon la longueur du membre rigide. Dans la marche en flexion, au contraire, le corps peut échapper entièrement à ces oscillations périodiques; il faut pour cela que la jambe se fléchisse, pour se raccourcir au milieu de l'appui du pied, et qu'elle s'allonge à la fin de cette phase et au commencement de l'appui suivant.

Les épreuves chronophotographiques montrent que les marcheurs exercés, eux-mêmes, ne réalisent pas entièrement cette perfection idéale, mais ces épreuves apprendront à connaître et à corriger les mouvements défectueux.

L'heureux accord des considérations théoriques, des recherches expérimentales et des applications pratiques à la marche des troupes donne un grand intérêt au Travail de MM. **Regnault** et **de Raoult**; aussi avons-nous pensé qu'il méritait d'obtenir le prix Larrey.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (Physiologie expérimentale).

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Duclaux, Potain;
Chauveau, rapporteur.)

La Commission attribue le prix à M. **J. Tissot**, auteur d'une intéressante *Étude, d'après les échanges respiratoires, de l'énergie dépensée par le muscle en contraction statique pour le soutien d'une charge*.

Cette étude est contenue dans un Mémoire ayant pour titre : *Les lois du*

mouvement énergétique dans les muscles en contraction volontaire statique. Nouvelle méthode pour l'étude des phénomènes physico-chimiques de la respiration.

On sait que l'énergétique musculaire a tiré le meilleur parti de la notion de l'élasticité acquise par le muscle au moment de sa mise en état d'activité. Ainsi le muscle en contraction statique pour le soutien d'une charge jouit d'une élasticité parfaite, qu'il est très facile de mettre en évidence et de mesurer par les moyens habituellement employés par les physiciens. Les lois de cette merveilleuse propriété acquise sont maintenant bien connues : la force élastique, créée de toutes pièces dans le muscle par son état de contraction statique, croît avec la charge que soutient l'organe et avec son degré de raccourcissement. Or, il en est de même de la dépense énergétique qui accompagne cette création de force élastique. En effet, le *témoin final* de cette dépense énergétique, c'est-à-dire l'échauffement du muscle, obéit aux lois suivantes :

1° A charge égale, l'échauffement croît avec le degré de raccourcissement qu'affecte le muscle contracté ;

2° A raccourcissement égal, l'échauffement croît avec la charge soutenue ;

3° D'où il résulte que l'échauffement est fonction du produit de la charge et du raccourcissement musculaire.

En est-il de même quand on considère, non pas le *témoin final*, mais les *témoins initiaux* de cette dépense énergétique, c'est-à-dire l'*oxygène absorbé* et l'*acide carbonique* exhalé dans l'opération des *échanges respiratoires ?* La question présente un très grand intérêt, M. Tissot a cherché à la résoudre et il y est très heureusement parvenu.

Il fallait, pour cela, être en possession d'un bon outillage permettant de recueillir et de mesurer l'air expiré. M. Tissot a construit dans ce but un excellent appareil nasal basé sur les principes suivants :

1° Si l'on fait passer la totalité de l'air expiré sortant par les narines (la bouche restant continuellement fermée) dans un système de deux tubes concentriques ouverts à leurs deux extrémités, il passe dans le plus petit de ces deux tubes une quantité d'air qui est dans un rapport constant avec la quantité totale d'air expiré ;

2° Inversement, et connaissant ce rapport, on calcule facilement la valeur du débit respiratoire total, si l'on a recueilli et mesuré la portion d'air expiré qui a passé dans le tube intérieur.

C'est une vessie à parois extrêmement minces et souples qui, dans l'ap-

pareil de M. Tissot, reçoit cet air dérivé, dont la mesure et l'analyse permettent de déterminer la quantité et la composition de l'air expiré pendant des temps égaux de repos et de travail musculaire. Un ingénieux système de soupape assure, de la manière la plus parfaite, l'entrée de l'air dans la vessie, au moment de l'expiration, son emprisonnement pendant l'inspiration.

L'appareil est très portatif et suit le sujet dans toutes ses évolutions. Dans l'espèce, c'était inutile, car le travail provocateur de la dépense énergétique à apprécier, par le débit et les échanges respiratoires, s'effectue sur le sujet assis. Ce sont les muscles fléchisseurs de l'avant-bras qui sont choisis pour le travail.

Nous n'entrerons pas dans le détail des expériences très précises exécutées par M. Tissot sur son sujet. Il suffit d'en rappeler les résultats :

1° Les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé, c'est-à-dire l'énergie dépensée pour le soutien d'une charge, croissent avec le raccourcissement musculaire, si la charge reste constante;

2° L'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé croissent comme la charge, si le raccourcissement musculaire reste constant;

3° Quand la charge soutenue par le muscle et le raccourcissement de ce dernier croissent ensemble, les échanges respiratoires, qui représentent l'énergie dépensée, c'est-à-dire l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé, croissent comme le produit du raccourcissement et de la charge;

4° Enfin les échanges tendent à s'égaliser quand on fait varier en sens inverse les deux facteurs de la dépense énergétique : poids de la charge, degré du raccourcissement musculaire.

D'où il résulte que les relations les plus étroites existent entre la force élastique créée dans le muscle par l'état de contraction statique et la dépense énergétique qu'entraîne cette création.

Que la dépense soit appréciée par l'échauffement musculaire, l'un de ses modes d'expression ou par les échanges musculaires, qui en sont un autre, elle est, comme l'élasticité dérivant de cette dépense, fonction du produit de la charge soutenue et du degré de raccourcissement du muscle sustenteur.

Ce parallélisme exact entre les échanges respiratoires, le travail intérieur (physiologique) qu'exécute le moteur et son échauffement final constitue une nouvelle preuve, ajoutée à tant d'autres, démontrant que l'énergie créatrice de l'activité physiologique du système musculaire prend sa source

dans les processus finaux d'oxydation dont les tissus contractiles sont le siège permanent.

De nombreux Mémoires ont été envoyés cette année au concours. Parmi ces Mémoires, la Commission en a encore distingué quatre, à chacun desquels elle attribue une mention honorable. Les auteurs de ces Ouvrages sont :

M. **Dassonville**, *Influence des sels minéraux sur la forme et la structure des végétaux;*

M. **Lesbre**, *Contribution à l'étude de l'ossification du squelette des Mammifères domestiques;*

Mlle **Pompilian**, *La contraction musculaire et la transformation de l'énergie ;*

M. **Reynaud**, *Le mécanisme de l'orientation.*

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Chauveau, Guyon ;
Marey, rapporteur.)

La question posée pour cette année était la suivante : « Innervation motrice de l'estomac. »

MM. **D. Courtade** et **J.-F. Guyon** ont, par des expériences délicates et précises, répondu à cette question en montrant que le nerf *pneumogastrique* préside à la contraction des fibres longitudinales de l'estomac, le *grand sympathique* à celle des fibres circulaires. C'est à la méthode graphique que ces deux expérimentateurs ont recouru, et, pour inscrire séparément l'action des deux ordres de fibres, ils ont imaginé un dispositif fort ingénieux permettant d'inscrire à la fois le moment de l'excitation des deux ordres de nerfs et les réactions motrices avec leur amplitude et leur durée.

Les expériences de MM. Courtade et Guyon montrent que le pneumogastrique est le véritable nerf moteur de l'estomac; qu'il préside à l'ouverture du cardia normalement fermé; qu'il provoque le brassement des aliments par des mouvements péristaltiques, puis leur expulsion par la contraction des fibres de l'antre pylorique. Ces mouvements se produisent très vite après l'excitation du pneumogastrique.

Le grand sympathique, au contraire, provoque tardivement la contraction

des fibres circulaires de l'estomac; il tend à rétrécir les orifices cardiaque et pylorique; enfin son excitation arrête ou diminue les effets que produit le nerf pneumogastrique excité.

Les candidats, dépassant les limites du programme qui leur était tracé, ont donné à leurs études un caractère plus général en montrant que, sur toute la longueur du tube digestif, il existe un antagonisme pareil entre des nerfs d'origine spinale et des fibres émanées du grand sympathique.

Votre Commission a été unanime pour proposer à l'Académie de décerner le prix Pourat à MM. **Courtade** et **Guyon**.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Marey, d'Arsonval, Chauveau, Ranvier;
M. Bouchard, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix à M. **Moussu** pour ses recherches sur les fonctions des glandes parathyroïdiennes.

On savait, depuis les travaux de M. Gley, que des glandules placées au voisinage de la glande thyroïde exercent une influence considérable sur les suites de l'ablation du corps thyroïde. L'animal privé de son corps thyroïde est malade, mais la mort survient rapidement si les glandules ont été enlevées simultanément. Ce fait avait donné à penser que les glandules avaient même fonction que le corps thyroïde et que leur conservation retardait ou empêchait la mort par une sorte de suppléance.

M. **Moussu** a démontré que les fonctions de ces organes sont distinctes.

L'ablation du corps thyroïde produit l'état crétinoïde. L'ablation des glandules parathyroïdiennes amène la mort des animaux à bref délai et provoque des symptômes analogues à ceux de la maladie de Basedow.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Guignard, Milne-Edwards, Grandidier; Bornet, rapporteur.)

Toute personne qui, après avoir parcouru à marée basse les rochers maritimes de Normandie et de Bretagne, visitera la côte rocheuse de Biarritz, de Guéthary et de Saint-Jean-de-Luz, sera frappée de la différence d'aspect de ces localités. Dans le nord, les rochers sont tapissés d'une épaisse couche de Fucus; les frondes du *Laminaria saccharina* et du *Chorda Filum* ondulent au fond des courants marins; à la limite inférieure de la marée trois espèces de grandes Laminaires couvrent les derniers rochers accessibles. Rien de pareil sur la côte du golfe du Gascogne. Si les Fucus ne manquent pas complètement, ils sont localisés dans quelques points et parfois de taille tellement réduite qu'on les prendrait pour des Mousses desséchées; en tout cas, même à Guéthary où ils acquièrent le maximum de développement, ils ne constituent pas un caractère saillant de la végétation. Point de *Chorda* ni d'*Himanthalia;* point de Laminaires digitées, mais seulement le *Saccorhiza bulbosa.* D'autre part, le botaniste remarque l'absence d'espèces généralement communes, telles que les *Rhodymenia palmata, Polyides,* etc., et la présence de genres méridionaux inconnus de Bretagne : *Caulacanthus, Hypnea, Amphiroa, Sargassum.* Au premier coup d'œil, l'aspect de la végétation est plutôt celui d'une plage de la Méditerranée que d'une localité atlantique.

Dans quelle mesure l'étude totale des espèces confirme-t-elle cette impression générale? En quoi cette flore locale se distingue-t-elle des flores environnantes? Jusqu'à ces dernières années les données manquaient pour essayer de répondre à ces questions avec une précision suffisante. Le moment semble venu d'en aborder la solution, et c'est dans l'espoir de la rendre plus prompte que la Commission du prix Gay a proposé la question suivante pour le concours de 1898 :

Comparer la flore marine du golfe de Gascogne avec les flores des régions voisines et avec celle de la Méditerranée.

Examiner si la flore et la faune conduisent à des résultats semblables.

Rappelons d'abord que les Algues constituent la partie de beaucoup la plus importante de la flore marine. Seules elles sont assez nombreuses et assez connues pour fournir des éléments de comparaison entre les diverses régions maritimes. Bien qu'elles occupent des surfaces étendues, les Phanérogames sous-marines sont en très petit nombre, quatre espèces seulement dans les mers d'Europe. On a décrit quelques Champignons marins, quelques Lichens, plusieurs espèces de Bactéries; mais l'étude de ces divers groupes de plantes est encore si rudimentaire qu'on ne saurait en tirer aucun enseignement. Trop de lacunes existent aussi dans l'exploration de la région, au point de vue des Diatomées, pour qu'il soit actuellement utile de leur demander un supplément d'information.

Un seul Mémoire a été présenté au concours. Il est dû à M. **Camille Sauvageau**, professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Dijon, qui, pendant quatre années consécutives, a séjourné plusieurs mois à Biarritz ou à Guéthary et a visité la côte septentrionale de l'Espagne jusqu'à la Corogne. Son but principal était d'élucider certains points obscurs de la reproduction des Algues brunes, et les Communications qu'il a faites à l'Académie montrent qu'il n'y a pas mal réussi; mais il n'a pas négligé la recherche des espèces; il en a récolté qui n'étaient pas encore signalées et a ajouté son contrôle personnel aux indications fournies par les livres.

M. Sauvageau considère comme formant une région algologique assez distincte la partie du golfe de Gascogne comprise entre Bayonne, en France, et Saint-Sébastien, en Espagne. Cette flore, ainsi limitée, sert de base aux comparaisons faites par l'auteur avec les diverses flores de l'Atlantique et de la Méditerranée qui rentrent dans le cadre tracé par l'Académie.

Pour rendre la comparaison possible, l'auteur a relevé, dans les flores, les catalogues, l'herbier Thuret et dans ses collections propres, les espèces indiquées dans l'ensemble des régions considérées. Élimination faite, autant que possible, des doubles emplois provenant des synonymes, le nombre de ces espèces s'élève à plus de 1200. M. Sauvageau les a disposées en tableaux, dans l'ordre des classifications les plus récentes, sur 14 colonnes répondant aux divisions florales qu'il établit dans l'Atlantique et la Méditerranée : sud de la Grande-Bretagne, sud de la Bretagne, golfe de Gascogne, nord de l'Espagne, côte atlantique du Maroc, Madère, Canaries, Méditerranée occidentale, golfe du Lion, golfe de Gênes, mer Tyrhénienne, Adriatique, Méditerranée orientale. L'étude de ces tableaux conduit aux conclusions suivantes :

Comparativement aux autres régions, la flore anglaise comprend des

espèces dont le caractère septentrional est très net et qui ne traversent pas la Manche.

La ressemblance est étroite entre la végétation du sud de la Bretagne et celle du nord de l'Espagne où l'on retrouve les Fucacées, les grandes Phéosporées et plusieurs Floridées, telles que le *Rhodymenia palmata* et le *Plumaria elegans* qui manquent totalement au fond du golfe. De même qu'en Bretagne, les riverains ramassent le goëmon pour servir d'engrais et ce sont les mêmes espèces d'Algues qu'ils récoltent. La côte bretonne et la côte cantabrique forment un ensemble inséparable.

Le nombre des espèces croissant dans les zones littorale et infralittorale du golfe de Gascogne est moindre qu'en Angleterre et dans le sud de la Bretagne. On n'y connaît pas d'espèces spéciales de dimension un peu considérable. L'absence d'espèces de grande taille, la proportion notable d'espèces du Midi qui y atteignent leur limite septentrionale, l'abondance en individus d'espèces plutôt rares en Bretagne et en Angleterre, sont les principaux caractères de la végétation de cette région.

Les Floridées qui habitent le fond du golfe et ne se retrouvent pas dans la Méditerranée sont aussi des plantes anglaises. Au contraire, toutes celles dont le golfe de Gascogne est la limite septentrionale se retrouvent dans la Méditerranée. Il semble que la population végétale du golfe ait une double origine, anglaise et méditerranéenne, avec prépondérance de cette dernière.

La division Corogne-Canaries présente un caractère plus méridional que le fond du golfe. A partir de la Corogne, on rencontre abondamment le *Laminaria pallida*, espèce des Canaries et du Cap de Bonne-Espérance. L'herbier Thuret renferme un échantillon d'*Ecklonia*, provenant de la même localité et qui a la même distribution géographique. On sait, en outre, que beaucoup d'Algues canariennes croissent aussi aux îles du Cap Vert et aux Antilles.

Comme il est impossible de donner ici une indication, même très sommaire, des faits particuliers que met en lumière l'étude des tableaux dressés par M. Sauvageau, je me bornerai à résumer les conclusions résultant de la comparaison de la flore et de la faune.

Jugeant que les Mollusques sont, parmi les animaux marins, ceux qui semblent le mieux donner le caractère de la faune, l'auteur s'est servi des travaux de Fischer sur la répartition des Mollusques dans la province lusitanienne qui correspond à l'ensemble des régions envisagées par lui-même. D'une manière générale les résultats concordent. Ainsi, on trouve dans le

golfe des espèces nombreuses communes à la fois à la Grande-Bretagne et à la Méditerranée, ou communes seulement à l'une ou l'autre de ces régions. Toutefois le nombre des espèces spéciales est assez grand pour les Mollusques. D'après Fischer, le nord de l'Espagne s'étend de la Bidassoa jusqu'à Vigo. Pour la flore ces limites ne sont aucunement naturelles. Fischer dit que la faune marine de cette région « ressemble à celle du sud-ouest de la France ». Les Algues, on l'a vu, ne confirment pas cette indication. Le caractère méditerranéen de la côte portugaise est commun à la faune et à la flore. La faune conchyliologique de la Méditerranée est plus homogène que la flore, les mêmes espèces se rencontrant à l'est et à l'ouest. Cependant certaines formes africaines sont cantonnées à l'entrée du bassin et n'atteignent pas les régions moyenne et orientale.

La Commission, estimant que le travail présenté par M. **Sauvageau** constitue un document important pour la connaissance de la végétation marine d'un point singulier et remarquable des côtes de France, lui décerne le prix Gay.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Troost, Schlœsing, Friedel;
M. Henri Moissan, rapporteur.)

La Commission du prix Montyon propose à l'Académie que ce prix soit partagé en parties égales entre M. **Carles** et M. **Masure**.

M. **Carles** a adressé à l'Académie une Brochure sur les dérivés tartriques du vin. Cette publication indique succinctement comment les dérivés tartriques se séparent du vin, comment on enlève ceux qui sont restés dans les marcs de vendange, les procédés employés pour leur purification, leur analyse, et comment, enfin, on arrive à les transformer en bitartrate de potasse pur qui est le terme final de cette industrie.

Les vignerons et les négociants en vin trouveront dans cet Ouvrage des renseignements utiles, les raffineurs de tartre et les fabricants d'acide tar-

trique y rencontreront des aperçus précieux pour leur industrie. Le Chapitre sur les fraudes des tartres, ainsi que la partie analytique, sont très bien traités. Cette publication sera donc utile à tous ceux qui, dans un pays viticole et vinicole comme le nôtre, cherchent à tirer partie des déchets des raisins et du vin.

M. F. **Masure** nous a adressé un important manuscrit ayant pour titre : *Nouvelles recherches sur les qualités hygiéniques des bons vins naturels*. Cet Ouvrage a pour but d'établir une classification naturelle et méthodique des vins, ainsi que les procédés d'investigation destinés à apprécier leur valeur et leur classification. Il fait suite à un précédent travail que l'Académie a récompensé en 1887.

Cette classification naturelle et ses règles étaient basées, dans le premier Mémoire, sur des analyses personnelles publiées par l'auteur et portant sur les vins du centre de la France. Aujourd'hui, M. Masure a réuni plus de mille analyses publiées par MM. Gayon, Blarez et Dubourg pour les vins de la Gironde, par M. Margottet pour ceux de la Côte-d'Or, et par M. Ras pour ceux de l'Hérault, tous ces vins ayant d'ailleurs un caractère d'authenticité indiscutable. On conçoit que le résumé de ces nombreuses analyses ait pu fournir à M. Masure une classification intéressante et des règles d'œnologie pouvant servir à apprécier la valeur hygiénique ou vénale de nos vins de table. Ce travail est consciencieux et a paru digne à votre Commission d'obtenir la moitié du prix Montyon pour 1898.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Bertrand, Berthelot, Faye, Sarrau;
Cornu, rapporteur.)

La Commission, en raison de la persévérance avec laquelle M. **Frémont** poursuit ses intéressantes recherches sur le travail des métaux, lui accorde pour la seconde fois et à titre exceptionnel le prix Trémont.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Berthelot, Hermite, Darboux; Mascart, rapporteur.)

Mme **Curie** a publié un long travail sur les propriétés magnétiques des différentes variétés industrielles du fer et de l'acier. Elle a étudié avec une grande précision, par les meilleures méthodes expérimentales, l'influence de la température, de la trempe, du recuit, de la nature et de la proportion des métaux étrangers, tels que le tungstène et le molybdène, sur l'aimantation temporaire et l'aimantation résiduelle. C'est un Mémoire qui présente un grand intérêt pour la fabrication des aimants permanents et des machines dynamo-électriques.

Mme Curie a étudié également, sur un très grand nombre de corps, l'émission des rayons dits *uraniques* et reconnu que les composés du thorium ont, à ce point de vue, une activité comparable à celle des composés de l'uranium.

Dans une des dernières séances de l'Académie, M. Becquerel a présenté, au nom de M. et Mme Curie, une Note importante sur ces mêmes radiations. Il paraît résulter de ce travail curieux que les propriétés de la pechblende seraient attribuables à un nouveau corps simple, auquel les auteurs donneraient le nom de *polonium*.

Quel que soit l'avenir de cette vue scientifique, les recherches de Mme Curie méritent les encouragements de l'Académie.

La Commission attribue à Mme **Curie** le prix Gegner pour l'année 1898.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Faye, Sarrau, Grandidier; Berthelot, rapporteur.)

La Commission a décerné ce prix à M. **Emilio Damour** pour ses « Recherches et Études sur le chauffage industriel et les fours à gaz et sur la Céramique », en particulier sur la verrerie, études très intéressantes et relatives à des problèmes qui sont aujourd'hui à l'ordre du jour.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Lœwy, Cornu, Darboux ; Berthelot, rapporteur.)

La Commission a décidé de partager le prix entre M. **Guichard**, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont, et M. **Lemoult**, agrégé de Physique, docteur ès Sciences.

Rapport sur les Travaux de M. Lemoult.

La Commission a accordé une attention particulière à M. **Lemoult**, pour ses recherches expérimentales et théoriques relatives à la polymérie dans la série du cyanogène, et spécialement pour ses études concernant les acides cyanique, cyanurique et leurs dérivés salins, éthérés et amidés.

Rapport sur les Travaux de M. Guichard.

M. Guichard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont, a débuté en 1882 par un travail sur *la théorie des ponits singuliers essentiels,* auquel sont venus se joindre d'autres Mémoires sur les fonctions entières, sur certaines intégrales, sur la résolution de l'équation

$$G(x+1) - G(x) = H(x).$$

Ces premières recherches, très remarquées et très dignes d'intérêt, se rapportent à l'Analyse. Toutes celles, très nombreuses, qui les ont suivies ont pour objet la Géométrie infinitésimale; elles nous ont fait connaître un grand nombre de propositions très importantes relatives aux surfaces à courbure constante, à la théorie des congruences rectilignes, etc. Tout récemment M. **Guichard** a publié un grand nombre de propositions relatives aux applications géométriques de la théorie des systèmes d'équations linéaires aux dérivées partielles; ces propositions, on n'en saurait douter, contribueront aux progrès de la Géométrie et trouveront de nombreuses applications.

Ce rapide aperçu, relatif à des travaux qui ont été poursuivis avec grand succès pendant seize ans, suffira, nous l'espérons, à justifier la proposition de la Commission.

PRIX LECONTE.

(Commissaires : MM. Wolf, Van Tieghem, Bertrand, Berthelot, Bouchard, Duclaux, Marey, Milne-Edwards, Darboux, Moissan, Mascart.)

La Commission décide qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix cette année.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Bouquet de la Grye, Guyon, Marcel Bertrand; Grandidier, rapporteur.)

M. **Chaffanjon**, à qui est attribué le prix Tchihatchef, est connu depuis longtemps par les beaux et fructueux voyages qu'il a accomplis tant dans l'Amérique du Sud que dans l'Asie.

De 1884 à 1886, il a exploré la vallée de l'Orénoque, relevant avec soin le cours de ce fleuve qui était à peu près inconnu en amont d'Esmeralda, et il a réussi à atteindre ses sources qu'aucun Européen n'avait encore vues parce qu'elles sont situées dans une région déserte qui inspire une terreur mystérieuse aux indigènes. Les résultats scientifiques de cette exploration ont été nombreux : relevé du cours de l'Orénoque à la boussole, jalonné par deux cents observations astronomiques; découverte de ses sources; étude du canal de Cassiquiari qui met en communication ce fleuve avec l'Amazone; renseignements sur les tribus indiennes de cette partie de l'Amérique; collections d'Histoire naturelle et d'Ethnographie. Plus tard, en 1890-1891, il a étudié le bassin de la Magdalena, recueillant des notes géographiques et rapportant des collections importantes d'antiquités chibchas.

Si M. Chaffanjon n'avait fait que ces voyages, tout intéressants qu'ils soient, nous n'eussions pu lui attribuer le prix Tchihatchef qui, comme vous le savez, est destiné uniquement aux naturalistes et géographes ayant fait des explorations en Asie. Mais, de 1894 à 1896, il a effectué la traversée complète du continent asiatique, entre les 45e et 50e degrés de latitude, explorant successivement le Turkestan, la Sibérie, la Mongolie et la Mandchourie; il était accompagné de MM. Henri Mangini et Louis Gay.

A Samarkande, il a, pendant deux mois et demi, fait des fouilles archéologiques sur l'emplacement de l'ancienne Aphrosiab, d'où il a extrait une

foule d'objets divers, tels qu'ustensiles, étoffes, instruments de musique, etc., qui ont fait connaître la manière de vivre des Sartes. Plus loin, sur la route menant au lac Yssik-Koul, il a étudié les restes des anciens établissements nestoriens.

A partir de Kouldja, a commencé l'exploration dans les régions peu ou point connues pendant environ 5000^{km}. MM. Chaffanjon, Mangini et Gay ont suivi la route de Kobdo et franchi l'Altaï, où ils se sont procuré plusieurs spécimens du cheval sauvage (*Equus Prjevalskii*) et des hémiones avec lesquelles il vit. Les tribus mongoles qui habitent ces contrées sauvages ont été l'objet de leurs investigations. En allant à Ourgla, où réside le dieu vivant des Bouddhistes, ils ont trouvé des ruines sur lesquelles ils ont recueilli d'importants renseignements.

Après avoir traversé les plaines de la Mandchourie, qui sont fort bien cultivées, la mission a atteint Merghen, puis Blagoviétchensk sur l'Amour qu'elle descendit, en étudiant les peuplades intéressantes au point de vue anthropologique des Goldes et des Ghiliaks, pour aboutir à Vladivostok, sur la mer du Japon.

De cette longue et pénible exploration, M. Chaffanjon a rapporté plusieurs itinéraires nouveaux en Dzoungarie et dans la Mongolie orientale; l'Archéologie, l'Ethnographie, la Zoologie et la Botanique se sont enrichies de documents dont on a pu apprécier l'intérêt et la valeur dans l'exposition qui en a été faite au Muséum d'Histoire naturelle en août 1897. — En ce moment, il est chargé par le Gouvernement d'une mission dans l'Asie russe et en Corée.

En conséquence, votre Commission a décidé d'attribuer le prix Tchihatchef pour 1898 à M. **Chaffanjon**.

PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. Berthelot, Faye, Hermite, Milne-Edwards; J. Bertrand, rapporteur.)

Le prix Houllevigue est décerné à M. **Edouard Branly**.

Les savantes études de M. Branly et les conclusions souvent imprévues de ses expériences ingénieuses et précises ont, depuis longtemps déjà, attiré l'attention des physiciens. On lui doit la démonstration de l'identité, dans toute l'étendue du spectre, de la matière colorante du sang des Vertébrés; la détermination de la déperdition de l'électricité par les radiations

ultra-violettes; la différence, avant lui peu remarquée à ce point de vue, entre l'électricité positive et l'électricité négative; la découverte enfin de différences considérables et difficiles à expliquer entre les résistances produites au contact de deux disques métalliques suivant la natre des métaux choisis.

Les recherches de M. Branly sur la conductibilité des limailles métalliques ont été particulièrement remarquées. L'application directe que l'on en a faite à la construction du récepteur de la télégraphie hertzienne assure à leur auteur, dans l'histoire de l'Électricité, une place que rien ne saurait lui enlever. Cette très heureuse rencontre suffirait pour justifier une des plus hautes récompenses dont dispose l'Académie. Nous saisissons avec grand plaisir l'occasion de rappeler que, due à de savantes et méthodiques recherches, elle a été précédée par d'important travaux pour lesquels l'auteur n'a demandé à l'Académie que la publicité accordée libéralement à tous.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Berthelot, Troost, Moissan, Ditte; Friedel, rapporteur.)

La Commission a décidé de partager en trois le prix Cahours et d'attribuer parties égales à MM. **Hébert** et **Thomas**, qui ont déjà été désignés pour le même prix par l'Académie l'année dernière et qui ont continué à le mériter par leur travail assidu, et à M. **Metzner**, Préparateur à la Faculté des Sciences. M. Metzner est connu déjà par un assez grand nombre de travaux de Chimie minérale.

Dans le Mémoire qu'il a présenté à la Faculté des Sciences comme Thèse pour le Doctorat et qui a été reçu avec mention très honorable et félicitations de la Faculté, il a étudié comparativement les dérivés oxygénés du sélénium et du tellure et montré les grandes dissemblances qui existent entre les combinaisons des deux éléments, alors que le sélénium offre les analogies les plus complètes avec le soufre. On lui doit aussi un bon Livre d'Analyse minérale.

La Commission, obligée d'écarter les noms de plusieurs candidats très méritants, a été unanime pour attribuer un encouragement à M. **G. Blanc**, auteur d'un travail fort intéressant et très complet sur l'acide isolauronolique, acide dérivé de l'acide camphorique et dont la constitution, établie

par les recherches de M. **Blanc**, jette un jour nouveau sur celle de l'acide camphorique.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Berthelot, Lœwy, Friedel; Milne-Edwards, rapporteur.)

M. **Félix Bernard**, ancien élève de l'École Normale supérieure, est actuellement assistant de Zoologie au Muséum d'Histoire naturelle. Ses recherches ont eu pour objet les Zoophytes et les Mollusques.

Dans un premier Travail qui lui a servi de thèse au Doctorat ès Sciences, il a étudié les organes palléaux des Gastéropodes prosobranches. En appliquant dans ses investigations les méthodes délicates de l'Histologie et les règles qui découlent du principe des connexions, il a obtenu des résultats inattendus qui complétaient ceux qui étaient dus à M. Bouvier pour le système nerveux et à M. Rémy Perrier pour l'appareil rénal, et il a pu instituer sur ces bases nouvelles une classification des Mollusques gastéropodes plus précise et plus naturelle que celles proposées auparavant.

Au Muséum, il prit part à la réorganisation des collections rendue nécessaire par leur installation dans les galeries de Zoologie inaugurées en 1889 et, dans ce but, il dut se livrer à une étude approfondie des Éponges, des Polypiers et des Oursins dont il dressa le Catalogue : cette revision lui permit de décrire les Echinides recueillis pendant l'expédition du cap Horn et pendant les campagnes de dragages du *Travailleur* et du *Talisman*.

Les Mollusques gastéropodes lui fournirent aussi les éléments d'un nouveau Mémoire sur la *Valvata piscinalis* dont le panache branchial s'épanouit hors de la coquille. Ces recherches fort étendues l'avaient désigné pour la rédaction d'un Traité général de Paléontologie qui manquait à la bibliographie française et, sous le titre d'*Éléments de Paléontologie*, il publia un Ouvrage de près de 1200 pages qui est à la fois un Manuel à l'usage des étudiants et, dans certains Chapitres, une œuvre considérable où tout ce que l'on sait d'important sur les animaux et les végétaux est soigneusement coordonné.

C'est en écrivant ce Livre que M. F. Bernard fut conduit à s'occuper de la classification si longtemps incertaine des Mollusques lamellibranches et à rechercher la signification des dents, par lesquelles les valves de leur

coquille s'accrochent l'une à l'autre, en conservant la faculté de basculer autour de leur région d'insertion, comme autour d'une charnière. Leur origine, leur diversification constituaient des problèmes à résoudre. Pour arriver à leur solution, il fallait connaître non seulement toutes les formes actuelles et anciennes, mais aussi savoir comment, au cours du développement d'une même coquille, ces dents se transforment. C'est ce travail, long et difficile, que M. Bernard a accompli. Les matériaux d'étude manquaient dans toutes les collections; pour les trouver, il a dû cribler les sables récents ou anciens, les examiner à la loupe et trier dans les résidus les coquilles minuscules, en déterminer l'espèce, les assembler en séries, enfin étudier au microscope leur imperceptible charnière. C'est ainsi qu'il a pu voir les côtes externes dont tant de coquilles sont ornées former les dents nombreuses des Arches et des coquilles analogues; il a constaté qu'à mesure que les types se succédaient le nombre de ces dents se réduisait. En même temps, leur orientation se modifie et ces changements conduisent à la forme de la charnière des types les plus modifiés des Lamellibranches. Une partie de la généalogie de ces animaux a ainsi été mise en lumière, et votre Commission, frappée de l'importance des résultats acquis à la Science par suite des recherches de M. **F. Bernard**, lui a décerné le prix Saintour.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

(Commissaires : MM. Mascart, Cornu, Lippmann, M. Deprez; H. Becquerel, rapporteur.)

La Commission du prix Kastner-Boursault avait la mission de récompenser « le meilleur travail sur les applications diverses de l'Electricité, dans les Arts, l'Industrie et le Commerce ».

Deux Ouvrages lui ont été présentés : l'un par MM. **André Blondel** et **F.-Paul Dubois**, tous deux ingénieurs des Ponts et Chaussées; l'autre par M. **Paul Janet**, professeur à l'École supérieure d'Électricité.

L'Ouvrage de MM. **A. Blondel** et **F.-Paul Dubois** a pour titre : *La traction électrique sur voies ferrées;* il comprendra trois Volumes; deux sont publiés aujourd'hui. Les auteurs, dont l'un au moins est connu de l'Académie par des travaux qu'elle a récompensés, ont d'abord réuni, au cours de plusieurs voyages en Europe et en Amérique, des documents nombreux, et pour la plupart inédits, qui leur ont permis de présenter un tableau

fort complet de l'état actuel de la traction électrique. Cette partie de leur Œuvre suffirait pour attirer l'attention de la Commission; mais le lecteur ne tarde pas à reconnaître que certains Chapitres, l'étude de diverses questions de traction, et notamment celle des régimes d'accélération, constituent de véritables Mémoires et impriment à tout l'Ouvrage un caractère d'originalité qui en accroît la portée. Les auteurs ont cherché, disent-ils eux-mêmes, « à dégager des leçons de l'expérience des idées générales qui puissent servir de guide durable dans la recherche de nouveaux perfectionnements ».

La grande valeur de cet Ouvrage, les services qu'il est appelé à rendre à l'industrie électrique, ont déterminé la Commission à lui attribuer un prix.

La Commission se trouvait encore en présence d'une Œuvre qu'elle ne pouvait pas considérer comme moins utile à l'industrie. Le *Cours d'Électricité industrielle*, professé par M. **Paul Janet**, et dont la Commission avait sous les yeux un résumé, dans un Volume imprimé et dans des feuilles autographiées, s'est acquis une renommée justifiée par le nombre et la qualité des auditeurs qu'il attire chaque année.

La Commission, se souvenant que M. Paul Janet est l'auteur de Travaux nombreux et importants, approuvant l'excellent esprit dans lequel est fait l'enseignement industriel auquel il s'est consacré, et reconnaissant les services que cet enseignement rend à l'industrie, a tenu à lui donner un prix de valeur égale à celui qu'elle attribue à ses concurrents.

En conséquence, la Commission partage également le prix entre MM. **André Blondel** et **F.-Paul Dubois**, d'une part, et M. **Paul Janet**, d'autre part.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Berthelot, Cornu, Moissan; Wolf, rapporteur.)

L'Académie a cette année, pour la première fois, à décerner le prix Estrade-Delcros. La Commission à l'unanimité propose de l'attribuer à M. **Munier-Chalmas**, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

M. Munier-Chalmas s'est fait remarquer depuis longtemps par de nom-

breuses Notes sur la Paléontologie, toujours originales et intéressantes malgré leur concision. Nous n'en rappellerons que les principales. Il a rattaché à la famille des Algues toute une série de fossiles que l'on considérait comme des Foraminifères; dans les Lamellibranches, il a trouvé une loi générale de l'évolution du ligament; dans les Polypiers éocènes, pour lesquels la symétrie rayonnée semble avoir définitivement remplacé la symétrie plus simple des temps paléozoïques, il a montré que le développement des cloisons se fait également suivant un système bilatéral. Enfin, pour les Ammonites, les fossiles les plus importants de l'époque secondaire, on n'a pas appris sans un étonnement mêlé d'abord d'incrédulité qu'il avait pu observer le développement embryogénique de la coquille, et montrer son analogie avec celui des Spirules actuelles.

Dans ces études, où l'induction doit servir de guide à l'observation, la connaissance des formes vivantes est le point de départ nécessaire; mais quelquefois aussi, et c'est là le criterium le plus enviable d'une découverte paléontologique, elle ouvre la voie à un progrès de nos connaissances sur les êtres vivants. Cette heureuse fortune a récompensé les travaux de M. Munier-Chalmas sur les Foraminifères.

Après avoir constaté la probabilité d'un dimorphisme dans les Nummulites, il a retrouvé dans les Miliolidées la même différence des loges initiales; il a pu alors, dans ce groupe, suivre avec M. Schlumberger toutes les phases du développement, prouver la réalité du dimorphisme et pressentir ainsi une loi générale, qu'on n'a plus eu qu'à vérifier pour les Foraminifères actuels.

De même, dans un autre ordre d'idées, celui de la stratigraphie pure, M. **Munier-Chalmas** a suivi, dans les couches du bassin parisien, la genèse des cristaux produits par la dissolution du gypse, jusqu'à les trouver en quelque sorte à l'état naissant. Il a découvert ainsi des formes cristallines nouvelles de la silice, dont l'étude, faite avec M. Michel Lévy, a laissé entrevoir aux deux auteurs, et plus récemment à M. Wallerant, des résultats intéressants pour la théorie de la polarisation rotatoire. Par la même voie, il a découvert des formes nouvelles de la fluorine, qui ont servi de base à un travail théorique important de M. Wallerant.

Ces diverses découvertes indiquent, en même temps que de rares qualités d'observation, un esprit d'invention tout à fait original, que l'Académie devait tenir à récompenser.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Mérigeault** (**Émilien**), entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est décerné à MM. **Mérigeault** (**Émilien**) et **Defline** (**Louis-Joseph**), entrés les deux premiers en qualité d'Élèves-Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et MM. **Le Troquer** (**Yves**) et **Gérin** (**Henry**), entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1899, 1900 ET 1901.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1900.)

L'Académie met au concours, pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1900, la question suivante :

Perfectionner, en quelque point important, la recherche du nombre des classes de formes quadratiques à coefficients entiers, de deux indéterminées.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1900; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1899.)

La question suivante, mise au concours pour l'année 1898, est renvoyée au concours de 1899 :

Étudier les questions relatives à la détermination, aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Indiquer en particulier, d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1899; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1900.)

Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

PRIX FRANCOEUR.

Ce prix *annuel* de *mille francs*, sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MONTYON.

Ce *prix annuel* d'une valeur de *sept cents francs*, est fondé en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

PRIX PLUMEY.

Ce prix, de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ». Il sera décerné au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1899.)

Une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français a été léguée à l'Académie, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à dé-

cerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour sujet du prix Fourneyron à décerner en 1899, la question suivante :

Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

Ce prix, d'une valeur de *cinq cent quarante francs*, doit être attribué *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie. Il sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

PRIX DAMOISEAU.

L'Académie met au concours, pour l'année 1900, la question suivante :

Faire la théorie d'une des comètes périodiques dont plusieurs retours ont été observés.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX VALZ.

Ce prix, d'une valeur de *quatre cent soixante francs*, sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix biennal, qui consiste en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1900.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Un généreux anonyme a offert à l'Académie une somme de *quinze cents francs*, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles découvertes à l'observatoire de Nice. La Section d'Astronomie est chargée de trouver le meilleur emploi de cette somme.

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

M. Louis La Caze a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage

» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers » pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la » somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-* » *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je » maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-* » *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, » libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux » autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour » le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de » *Physiologie,* distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon » décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront* » *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en* » *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi, » par la fondation assez importante de ces *trois prix,* en Europe et peut- » être ailleurs, une série continue de recherches sur les Sciences naturelles, » qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en » même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom- » penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour » ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde » entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils » seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de » France. »

L'Académie décernera, dans sa séance publique de l'année 1899, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie,* de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1150 et 1159.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son

jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix mille francs*, est destiné à *accelérer les progrès de la Chimie organique*.

L'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS.

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués chaque année, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Cahours, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1899.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1147.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

Mme Vve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger*, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné dans la séance publique de l'année 1899.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1899.

PRIX FONTANNES.

Ce prix sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*.

L'Académie décernera le prix Fontannes en 1899.

Le prix est de *deux mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours pour l'année 1899 la question suivante :

Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reproduction.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX BORDIN.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1899, la question suivante :

Études des modifications des organes des sens chez les animaux cavernicoles.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1899; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *seize cents francs*, sera décerné « à » l'auteur, *français ou étranger,* du meilleur ou du plus utile écrit, publié » dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Crypto- » gamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique.*

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1899, les prix Montagne, qui seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*, aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1[er] juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français.*

PRIX DE LA FONS MELICOCQ.

Ce prix sera décerné « *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique* » *sur le nord de la France,* c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du* » *Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu dans la séance annuelle de 1901, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux cents francs*, sera décerné « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir ci-dessous.)

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

Voir ci-dessus.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'interêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX DA GAMA MACHADO.

L'Académie décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1900.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés

ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BARBIER.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser « celui qui fera une découverte précieuse dans les *Sciences chirur-* » *gicale, médicale, pharmaceutique*, et dans la Botanique ayant rapport à » l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1899.

PRIX BRÉANT.

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*. Ce prix annuel, d'une valeur de *mille francs,* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait » ajouté au prix de l'année suivante. »

PRIX SERRES.

Ce *prix triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible » à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1899 au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Le prix est de *sept mille cinq cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX CHAUSSIER.

Ce prix sera décerné tous les quatre ans au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans la séance annuelle de 1899, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX PARKIN.

Ce prix triennal est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus » particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix dans sa séance publique de 1897, en continuera l'attribution, pour se conformer au vœu du testateur, en l'année 1900.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1900.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Ce prix annuel sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages » ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amé» lioration de l'espèce humaine.* »

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MÈGE.

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours*.

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1899.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1900, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX LALLEMAND.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix-huit cents francs*, est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX DU BARON LARREY.

Ce prix sera décerné annuellement à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Aca-

démie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Le prix est de *mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

L'Académie décernera annuellement un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1147.

PRIX POURAT.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1899, la question suivante :

Des caractères spécifiques de la contraction des différents muscles.

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1899.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1900.)

La question mise au concours pour le prix Pourat, en 1900, est la suivante :

Détermination des principales données anthropométriques.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Ce prix biennal, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1900.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX PHILIPEAUX.

Ce prix annuel de Physiologie expérimentale, de la valeur de *huit cent quatre-vingt-dix francs*, sera décerné dans la prochaine séance publique.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1899, la question suivante :

Étude des Mollusques nus de la Méditerranée; les comparer à ceux des côtes océaniques françaises.

Ce prix est de *deux mille cinq cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1899.

La Commission du prix Gay propose, pour l'année 1900, la question suivante :

Appliquer à une région de la France ou à une portion de la chaîne alpine, l'analyse des circonstances géologiques qui ont déterminé les conditions actuelles du relief et de l'hydrographie.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il

s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

Ce prix est décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique annuelle de 1900, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1891 jusqu'au 1er juin 1900.

Le prix est de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix, d'une valeur *annuelle* de *onze cents francs*, est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

L'Académie, dans sa séance publique annuelle, accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant, ingénieur, artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

Ce prix *annuel*, d'une valeur de *quatre mille francs*, est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Ce prix biennal, d'une valeur de *mille francs*, sera décerné en 1900 « *au*
» *voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de*
» *services à la France ou à la Science* ».

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1900.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.
» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1901.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1900.)

L'Académie a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1900, la question suivante :

La détermination rigoureuse d'un ou de plusieurs poids atomiques,

ou

L'Étude des alliages.

Le prix est de *quatre mille francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1900.

PRIX JÉROME PONTI.

Ce prix biennal, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1900.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX PETIT D'ORMOY.

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera le prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1899.

PRIX LECONTE.

Ce prix, d'une valeur de *cinquante mille francs,* doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1901.

PRIX TCHIHATCHEF.

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs.*

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement aux* » *naturalistes* de *toute nationalité* qui se seront le plus distingués dans l'ex- » ploration du continent asiatique (ou îles limitrophes), notamment des » régions les moins connues et, en conséquence, à l'exclusion des con- » trées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mi- » neure et Syrie, contrées déjà plus ou moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.*

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré- » compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement » le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront » ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque » où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre*

» *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre-
» prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés
» devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des
» œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchihatchef, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1899.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1899.

PRIX GASTON PLANTÉ

Ce prix biennal sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1899.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX HOULLEVIGUE.

M. Stanislas Houllevigue a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un prix annuel qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera le prix Houllevigue dans la séance publique annuelle de 1899.

PRIX WILDE.

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*, qui devra être convertie en rente 3 pour 100 sur l'État français. Les arrérages de ladite rente seront consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix annuel de *quatre mille francs*, qui portera le nom de *Prix Wilde*.

Ce prix sera décerné chaque année, à partir de 1898, par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'ils remontent à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX SAINTOUR.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *trois mille francs*, dans sa séance annuelle de 1899.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

Le prix, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1899, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

M. Estrade-Delcros, par son testament en date du 8 février 1876, a légué toute sa fortune à l'Institut. Le montant de ce legs devra être partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, tous les cinq ans, un prix sur le sujet que choisira chaque Académie.

Ce prix, de la valeur de *huit mille francs*, sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois, dans sa séance publique de 1903.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

Le prix Jean-Jacques Berger, de la valeur de *douze mille francs*, à décerner successivement par les cinq Académies à l'OEuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris, sera attribué, par l'Académie des Sciences, pour la première fois, en 1899.

PRIX BARON JOEST.

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, sera attribué à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

Ce prix, de la valeur de *deux mille francs*, sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois, dans sa séance publique de 1899.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Ce prix, qui est annuel et dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs,* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **BERTHELOT**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur la vie et les travaux de M. **BROWN-SÉQUARD**, Membre de l'Institut.

J. B. et M. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1898.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1898.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1899, 1900 *et* 1901.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1899, 1900 ET 1901.

1899

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reproduction.

PRIX BORDIN. — Études des modifications des organes des sens chez les animaux cavernicoles.

PRIX BORDIN. — Étudier les questions relatives à la détermination, aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Indiquer, en particulier, d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes. (Question de 1898 remise à 1899.)

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

PRIX FOURNEYRON. — Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX LA CAZE. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie, de la Physique et de la Chimie.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX H. WILDE.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX FONTANNES. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX SERRES. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX CHAUSSIER. — Sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX BELLION, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix du baron Larrey. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Pourat. — Innervation motrice de l'estomac.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Prix Gay. — Étude des mollusques nus de la Méditerranée; les comparer à ceux des côtes océaniques françaises.

Médaille Arago. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Gaston-Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

Prix Tchihatchef.— Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Houllevigue.

Prix Cahours. —Décerné, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Prix Saintour.

Prix Jean-Jacques Berger. — Décerné successivement par les cinq Académies à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1900

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner, en quelque point important, la recherche du nombre des classes de formes quadratiques à coefficients entiers de deux indéterminées.

Prix Bordin. — Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

Prix Damoiseau. — Faire la théorie d'une des comètes périodiques dont plusieurs retours ont été observés.

Prix Vaillant. — La détermination rigoureuse d'un ou de plusieurs poids atomiques; ou : L'étude des alliages.

Prix Gay. — Appliquer à une région de la France ou à une portion de la Chaîne alpine l'analyse des circonstances géologiques qui ont déterminé les conditions actuelles du relief et de l'hydrographie.

Prix Janssen.

Prix Da Gama Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Parkin. — Destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants : 1° sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies; 2° sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

1901

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

Prix Baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 DÉCEMBRE 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION CENTRALE ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, pour l'année 1899, lequel doit être choisi parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Maurice Lévy obtient.	55 suffrages,
M. C. Jordan.	1 »

M. **Maurice Lévy**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1899.

MM. **Darboux** et **Bornet** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Quelques particularités de l'élasticité du muscle expliquées par la comparaison du cas de la substance musculaire en action avec celui des matières inertes.* Note de M. **A. Chauveau.**

« *Dans le muscle, comme dans les tiges élastiques, les allongements sont proportionnels aux charges qui les provoquent.* Par ce caractère, qui est essentiel, l'élasticité de la substance musculaire en contraction se montre absolument identique à l'élasticité de traction des métaux chez lesquels cette propriété existe à l'état le plus parfait.

» Étant donnée la cause d'où découle la valeur du coefficient d'élasticité du muscle, cette identité ne laisse pas que de sembler un peu paradoxale. Aussi ai-je été instinctivement entraîné à en multiplier les témoignages; d'où un nombre considérable d'expériences et une très grande accumulation de graphiques. Je crois devoir en reproduire un, celui de la *fig.* 1 (¹). Personne ne saurait, après l'avoir étudié, conserver le moindre doute sur la constance du rapport des allongements aux charges qui les provoquent : $\frac{l}{P}$ est invariable tout aussi bien dans le cas du muscle contracté que dans celui d'une tige d'acier.

» Le fait étant ainsi parfaitement établi, si l'on considère que l'adjonction de la surcharge allongeante n'est, en somme, que l'accroissement de la charge primitivement soutenue, on est en droit de se demander pourquoi

---

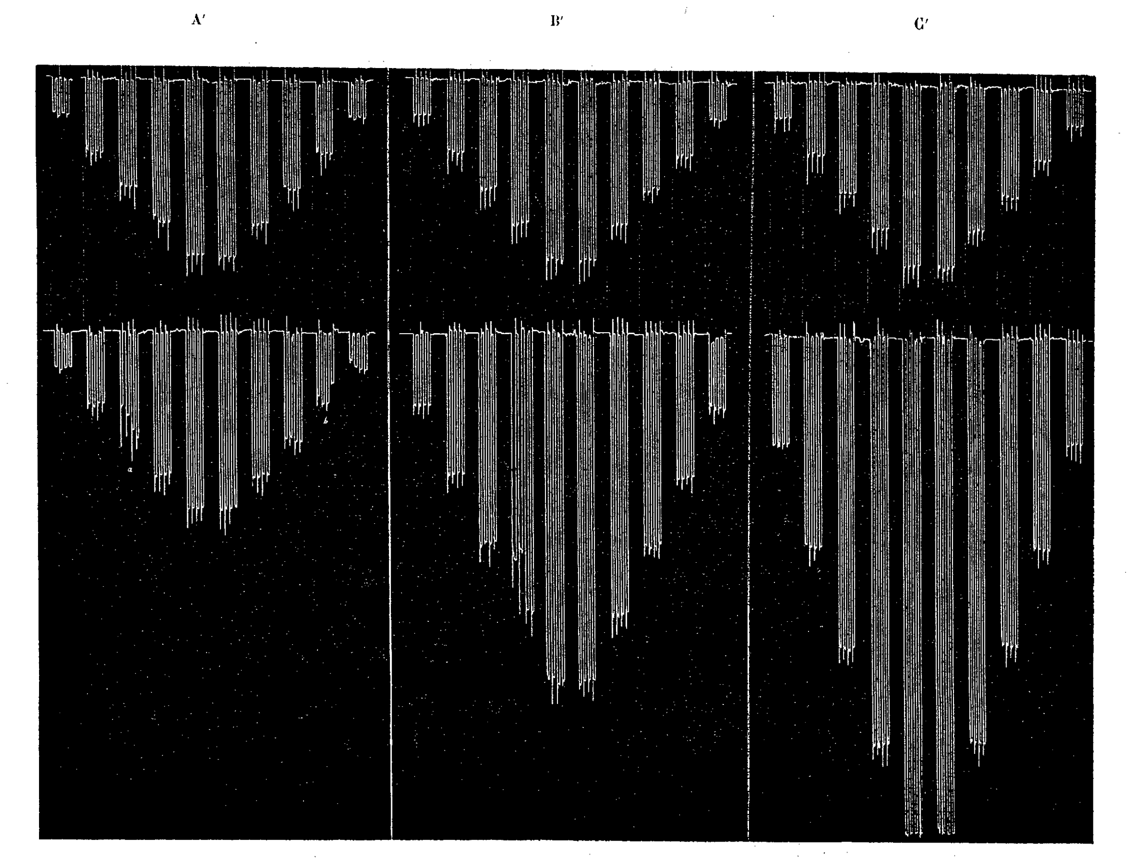
(¹) Dans cette *fig.* 1, qui est un *fac-similé* rigoureux, sans aucun remaniement, on a laissé subsister diverses incorrections. Il ne pouvait manquer de s'en produire au cours d'une telle expérience, très longue, très laborieuse, ayant exigé, de la part du sujet et de ses assistants, une attention soutenue et des soins de tous les instants.

Les allongements figurés ont été obtenus dans les conditions suivantes :

A.	Charge soutenue = 250gr	Surcharge croissant et décroissant par 250gr
B.	» = 250	» 500
C.	» = 250	» 750
A′.	Exactement comme A.	
B′.	Charge soutenue = 500	Surcharge croissant et décroissant par 500
C′.	» = 750	» 750

cet accroissement ne fait pas sentir son influence sur la valeur du coefficient d'élasticité du muscle *pendant la phase même de l'allongement*. Or cela s'explique tout naturellement par la soudaineté de cet allongement. En durant quelque peu, comme, par exemple, dans le cas où il serait trop étendu, l'allongement subirait sûrement quelques perturbations. Elles sont

Fig. 1. (Réduction à $\frac{1}{5}$.)



évitées grâce à la rapidité d'action de la surcharge. En effet, le muscle ne peut modifier instantanément l'élasticité qui lui est communiquée par le soutien de la charge primitive. La surcharge commence par exercer son action cinématique en surmontant la résistance que lui oppose la force de tension inhérente à cette élasticité toute créée. C'est quand la chute des charges réunies est arrêtée que la surcharge, devenue alors partie inté-

grante de la *charge soutenue*, peut contribuer à constituer la valeur de cette force de tension, cause de la résistance à l'allongement. A ce moment, en effet, le muscle a retrouvé instantanément son aptitude à adapter son coefficient d'élasticité à la valeur de la charge soutenue.

» Grâce à cette aptitude, les allongements partiels et successifs imprimés au muscle par l'addition répétée d'une même surcharge affectent nécessairement des caractères particuliers, singulièrement différents de ceux qu'on observe dans les tiges métalliques. *Si la charge qui allonge une de ces tiges est fractionnée en un certain nombre de parts égales, qu'on ajoute successivement les unes aux autres, les allongements partiels sont égaux entre eux, et leur somme représente juste la valeur de l'allongement unique provoqué par la charge totale.* C'est la conséquence de l'invariabilité du coefficient d'élasticité de la substance dont se compose la tige métallique. Totalisées ou non, les charges partielles allongeantes ne peuvent manquer d'y provoquer des allongements exactement proportionnels à la valeur de ces charges. Mais, dans le muscle, le coefficient d'élasticité s'accroît régulièrement après chaque allongement partiel, parce qu'il y a accroissement régulier de la charge soutenue. *Le fractionnement d'une charge allongeante implique donc la décroissance nécessaire des allongements partiels et l'infériorité de la somme de ces allongements partiels, par rapport à l'allongement unique qu'aurait produit l'application en une seule fois de l'ensemble des surcharges partielles. Du reste, la loi de cette décroissance est des plus simples et des plus fixes. C'est celle de la décroissance du rapport* $\frac{P}{p}$. P *et* p *étant connus, on peut prévoir la valeur relative de ces allongements partiels et en tracer la courbe à l'avance.*

» Voilà ce qui découle des notions antérieures. Les faits fournis par la vérification expérimentale sont en parfait accord avec ces prévisions.

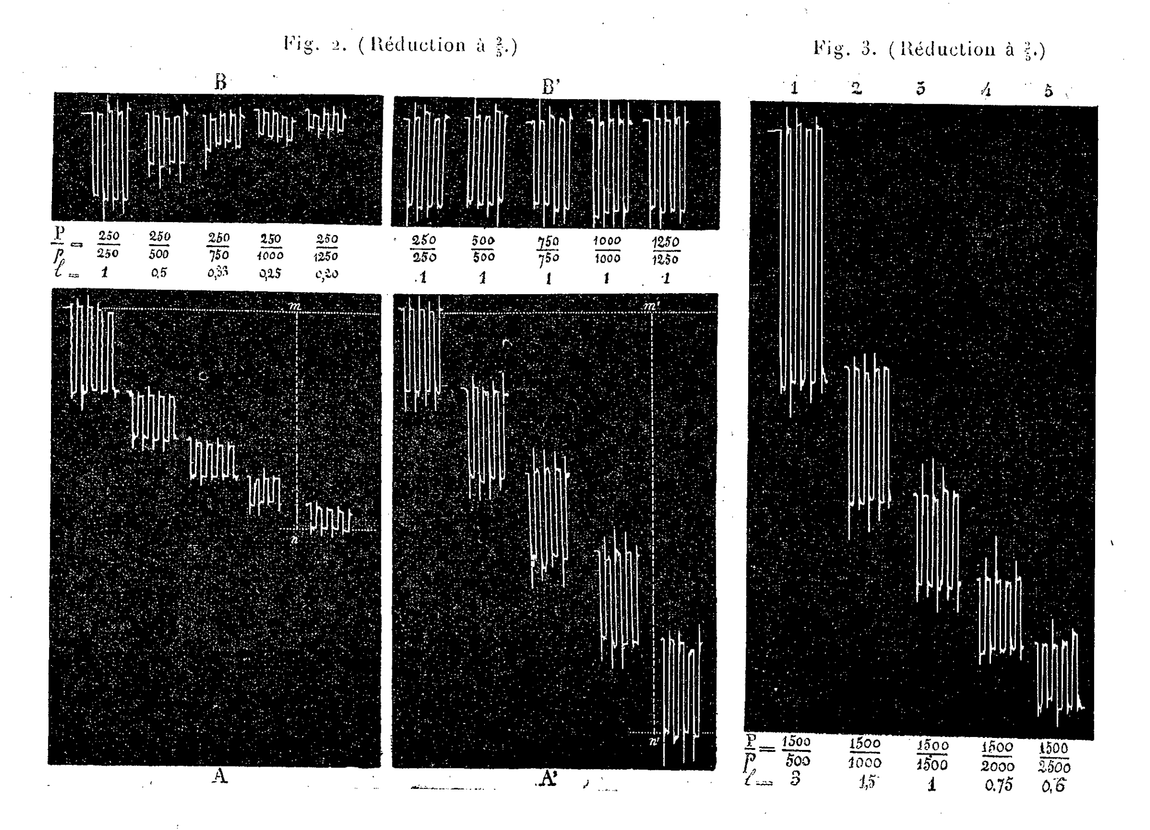
» *Expériences.* — J'appellerai particulièrement l'attention sur celles dont les résultats sont consignés dans les graphiques de la *fig.* 2. Quelques accrocs et de petites irrégularités se sont produits au cours de ces expériences. Mais les graphiques présentent le grand avantage de rassembler d'intéressants éléments de comparaison; d'où la préférence dont ces expériences ont été l'objet.

» Les graphiques sont au nombre de quatre, qu'on peut grouper deux à deux, soit verticalement, soit horizontalement. Les séries verticales AB, A′B′ permettent de constater encore une fois que le degré de raccourcissement du muscle étudié, partant sa longueur et sa section, n'exerce aucune influence sur la valeur des allongements. Les poids employés sont les mêmes en A et B, les mêmes aussi en A′ et B′ (voir les chiffres). Mais en B et B′, ils agissent sur le muscle toujours également raccourci, tandis qu'en A et A′ l'état de raccourcissement est variable. Néanmoins, il y a identité entre les allongements correspondant aux charges et surcharges identiques.

» Mais c'est la série horizontale AA′ qui est surtout intéressante, parce que c'est cette série qui contient la démonstration spécialement cherchée dans l'expérience.

» En A, on a voulu étudier l'influence de l'addition successive de cinq surcharges partielles de 250gr, la charge soutenue étant primitivement 250gr également, et devenant successivement 500gr, 750gr, 1000gr, 1250gr, par l'effet du maintien des surcharges ajoutées. Le nouvel état de raccourcissement du muscle était conservé après chacun des allongements. Or ces allongements diminuent de valeur comme dans le cas B, et

Fig. 2. (Réduction à $\frac{2}{5}$.) Fig. 3. (Réduction à $\frac{2}{5}$.)



suivant la même loi, celle du rapport de la surcharge à la charge $\frac{P}{p}$ (voir les chiffres intercalés entre les deux séries horizontales de graphiques). Les cinq groupes d'allongements se disposent donc, non sur une droite oblique, comme c'eût été le cas avec les allongements d'une tige d'acier, mais sur le trajet d'une courbe à concavité supérieure, dont les propriétés sont faciles à déterminer. La somme de ces allongements du muscle (ligne mn) est donc bien inférieure à l'allongement unique qu'aurait produit l'application simultanée des cinq surcharges, soit le poids de 1250gr.

» Dans le graphique A′, on s'est procuré artificiellement l'égalité des allongements successifs en faisant chaque fois les surcharges ajoutées égales aux charges soutenues. Alors, l'allongement total est devenu $m'n'$. C'est justement celui qui aurait été pro-

duit par la surcharge 1250gr, ajoutée d'un seul coup à la charge soutenue 250gr. Ici, pour obtenir en cinq fois cet allongement $m'n'$, il a fallu la cumulation des effets des surcharges 250gr, 500gr, 750gr, 1000gr, 1250gr : soit en totalité 3750gr au lieu de 1250gr. C'est la conséquence nécessaire de l'accroissement successif du coefficient d'élasticité, qui devient successivement proportionnel aux diverses charges successivement soutenues par le muscle.

» Une autre expérience (*fig.* 3), faite avec d'autres poids, reproduit exactement les résultats consignés dans la *fig.* 2, A.

» *La courbe des allongements partiels dus au fractionnement de la charge allongeante dans le cas du caoutchouc vulcanisé.* — Il n'y a pas à revenir sur le cas des tiges et fils métalliques, dont il a été question ci-devant aux places les plus favorables à la comparaison avec le cas du muscle. Seul, le cas du caoutchouc reste à examiner. Cet examen est d'autant plus nécessaire que l'élasticité du caoutchouc est souvent rapprochée de celle du muscle.

» Très grande, mais variable suivant la qualité de la matière, l'élasticité du caoutchouc vulcanisé est toujours loin d'être aussi parfaite que celle du muscle en contraction statique. Je l'ai étudiée comme cette dernière, en inscrivant sur un cylindre les allongements et les raccourcissements dus à l'addition et à la soustraction des charges. Le même outillage m'a servi pour cela. J'y ai introduit toutefois une légère modification qui m'a permis l'inscription directe, avec leur grandeur réelle, de ces allongements et de ces raccourcissements. Les graphiques n'en sont pas moins exactement symétriques avec ceux du muscle, point important pour les comparaisons.

» C'est sur des tubes et, beaucoup plus fréquemment, sur des cordons pleins à section carrée que j'ai généralement opéré, en me bornant aux allongements très modérés, ceux de la première phase, les seuls qu'il y ait intérêt à comparer aux allongements provoqués dans les expériences faites sur les muscles.

» Ce que l'on sait de l'élasticité du caoutchouc, dans cette première phase, fait prévoir à l'avance que, au contraire de ce qui arrive avec les tiges métalliques, les graphiques des allongements provoqués par des applications de charges ne présenteront pas des caractères identiques à ceux des graphiques musculaires. *Les allongements du muscle et des tiges métalliques croissent comme les charges qui les produisent. Ceux du caoutchouc croissent plus vite que ces charges. D'autre part, et par conséquence toute naturelle, les allongements partiels résultant de l'application fractionnée, en parts égales, d'une charge quelconque ne peuvent être égaux entre eux. Ils doivent devenir de plus en plus grands, inversement à ce qui se passe avec le muscle, où ces allongements partiels deviennent de plus en plus petits.*

» On conçoit, du reste, qu'il n'en puisse être autrement. A la manifestation de ces caractères particuliers de l'allongement du caoutchouc, il y a des causes nettes et précises, dépendant des lois générales de l'allongement elles-mêmes.

» Dans tout corps élastique, qui s'étend sous l'influence d'une traction, la longueur augmente et la section diminue. Ces deux éléments de la formule $l = \frac{1}{C}\frac{PL}{s}$ sont donc en variation au cours même de l'extension déterminée par l'application d'une charge. L'effet de cette variation peut être nul, ou plus exactement d'une constatation difficile, si les nouvelles dimensions du corps allongé diffèrent peu de ses dimensions primitives. Mais, dans le cas contraire, et il se produit facilement avec le caoutchouc dont l'extensibilité est prodigieuse, l'accroissement de L et la diminution de s s'accentuent assez pour faire sentir leur influence. Alors, nécessairement, pendant la première phase de la mise en jeu de l'élasticité du caoutchouc, les allongements croissent plus vite que les charges. Je n'ai pas à m'occuper de ce qui arrive lorsque, l'extension étant poussée beaucoup plus loin, les caractères de l'allongement se modifient.

» Dans le muscle en contraction, l'extensibilité, très grande aussi, a son champ d'action limité entre les points d'attache sur les rayons osseux. Néanmoins l'extension et la rétraction peuvent y déterminer également des changements notables de dimensions. Mais il se rencontre justement qu'en ce cas particulier les choses se passent comme si la valeur de L et de s n'intervenait pas dans la constitution de la valeur des allongements. L'accroissement de la longueur et la diminution de la section du muscle qui s'allonge, sous l'action de l'addition répétée d'une même charge, ne peuvent donc exercer la même influence que dans le caoutchouc. Une autre rencontre fait enfin que c'est une influence inverse qui manifeste son effet : l'addition répétée des charges augmente de plus en plus le coefficient d'élasticité du muscle; d'où diminution de l'allongement à chaque addition de la même surcharge.

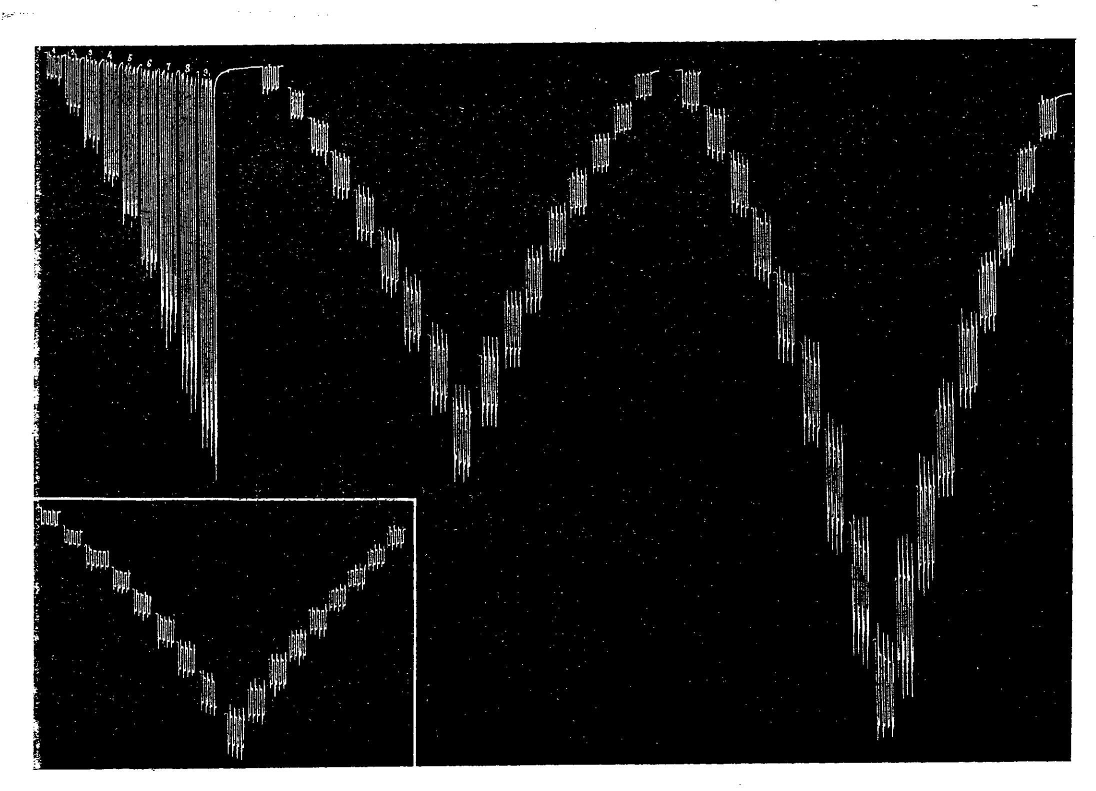
» *Vérifications expérimentales des caractères particuliers de l'allongement du caoutchouc.* — Ces caractères sont mis en évidence par les graphiques de la *fig.* 4. Les allongements partiels produits dans un tube de caoutchouc de $0^m,40$ de longueur, sous l'influence de l'addition répétée de la même charge, 250^{gr}, se traduisent en A dans cette figure. Les allongements y sont, de toute évidence, en croissance et en décroissance indiscontinues. Aussi la courbe suivant laquelle ils se disposent s'éloigne-t-elle tout autant de la droite oblique des tiges métalliques que de la courbe du muscle. Tandis que, dans celui-ci, la courbe commence par les allongements les plus grands

et finit par les plus petits, c'est précisément l'inverse qui existe dans la courbe fournie par le tube de caoutchouc.

» En B, les charges partielles ont été successivement totalisées et appliquées d'un seul coup, et rien n'a été changé dans les résultats : la croissance plus grande des

Fig. 4. (Réduction à $\frac{1}{3}$.)

B A C



D

allongements par rapport à celle des charges se manifeste très bien dans la courbe formée par l'extrémité des graphiques de ces allongements.

» En C et en D, ce sont des tubes d'autres longueurs (C, $0^{m},60$; D, $0^{m},20$) qui ont été mis en œuvre pour l'étude des allongements partiels, et les mêmes résultats se sont produits. Toujours on voit les allongements provoqués par les additions d'une même charge s'accroître avec le nombre de ces additions, en se disposant sur une courbe à concavité inférieure.

» Dans l'expérience de la *fig.* 5 (¹), sur cordons pleins à section carrée, les allonge-

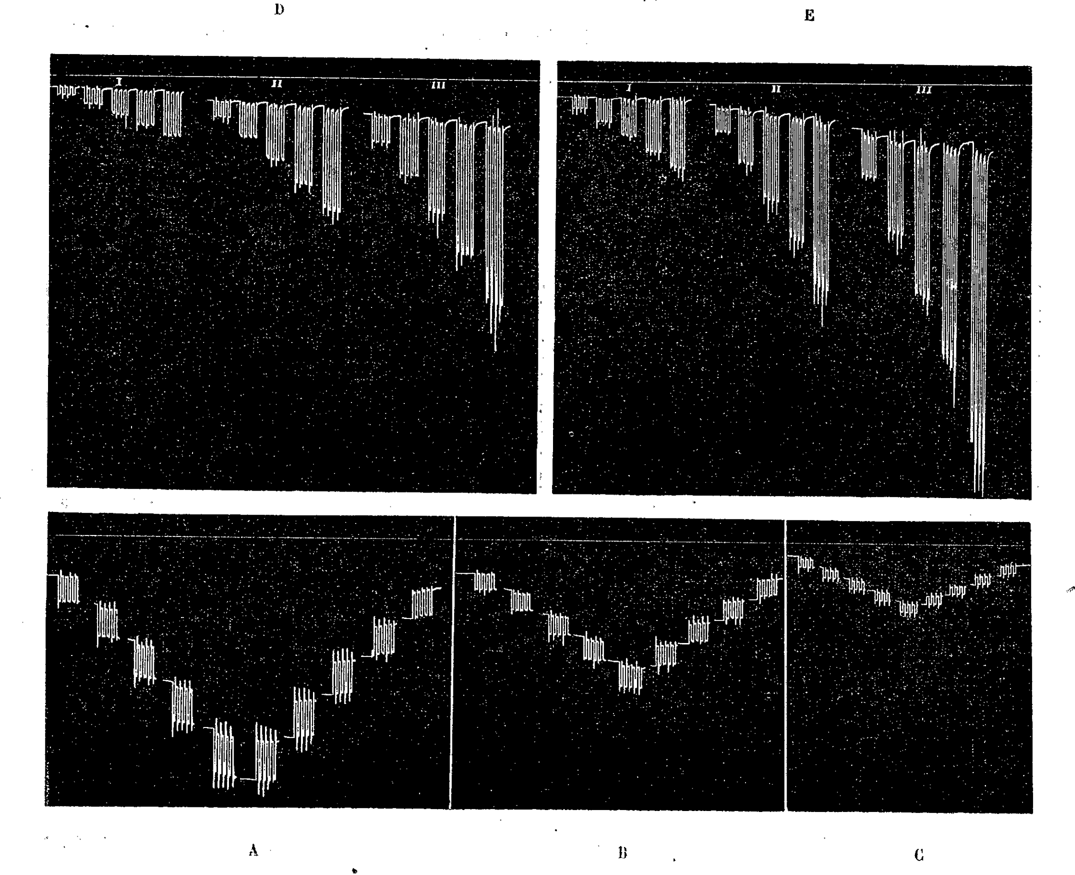
---

(¹) Les allongements de la *fig.* 5 ont été obtenus dans les conditions suivantes :

D, lanière de $0^{m},40$ de longueur, tendue par les charges 250^{gr} (groupe I), 500^{gr}

ments partiels représentés par les graphiques A, B, C suivent exactement la même marche, sauf peut-être en C, où le peu d'importance des changements introduits par les charges dans les dimensions du cordon imprime aux allongements partiels les apparences de l'égalité. D'autre part, en D et surtout en E, il est facile de voir que

Fig. 5. (Réduction à $\frac{1}{4}$.)



les allongements totaux provoqués par l'application immédiate des charges totales croissent très sensiblement plus vite que celles-ci.

» Ainsi se constatent les caractères particuliers, théoriquement prévus pour les graphiques, de l'allongement du caoutchouc. Loin d'amoindrir la

---

(groupe II), 750gr (groupe III). Les surcharges qui provoquent l'allongement croissent par 250gr (I), 500gr (II), 750gr (III). — E, mêmes conditions, mais la lanière a 0m,60 de longueur. — A, B, C, allongements de la lanière de 0m,40 avec addition répétée des charges partielles 750gr (A), 500gr (B), 250gr (C).

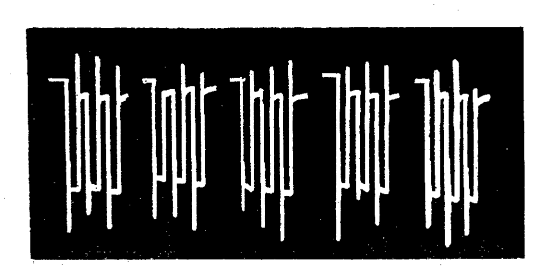
valeur des démonstrations d'où sont sorties les lois de l'allongement du muscle, ils renforcent la valeur de ces démonstrations. Là, en effet, où manquent les conditions d'un phénomène régi par une loi, si les faits observés échappent à cette loi, c'est comme une garantie surérogatoire en faveur de la réalité de son existence.

» Dans le cas présent, cette garantie indirecte serait avantageusement complétée si, par un artifice quelconque, on pouvait reproduire dans le caoutchouc des conditions équivalentes à celles qui donnent aux graphiques des allongements du muscle leur physionomie spéciale. Or, cette reproduction est parfaitement possible. En somme, à quoi tiennent les particularités des allongements musculaires ? Exclusivement à l'apti-

Fig. 6. (Grandeur naturelle.)

b *b*





tude que possède le muscle de modifier sa résistance à l'allongement en modifiant son coefficient d'élasticité. Par exemple, les caractères spéciaux de l'allongement musculaire, dans le cas de surcharge constante avec charge régulièrement croissante (*fig.* 2, B), ou encore dans celui de fractionnement de la charge étirante (*fig.* 2, A), ne reconnaissent pas d'autre cause. Mais cette résistance à l'allongement peut être influencée par d'autres conditions. Ainsi, elle est inversement proportionnelle à la longueur des lanières élastiques et directement proportionnelle à leur section transversale. Voilà deux données qu'on peut parfaitement utiliser pour reproduire schématiquement ces graphiques B et A de la *fig.* 2. J'y ai complètement réussi.

» Pour obtenir le schéma de B, j'ai communiqué à l'appareil élastique une résistance régulièrement croissante, en le composant de 1, 2, 3, 4, 5 lanières exactement pareilles et parallèles entre elles. L'addition répétée d'une même surcharge a donné les graphiques *b* de la *fig.* 6. On a eu les graphiques *b'* de cette même *fig.* 6, en faisant croître les charges allongeantes exactement comme la résistance de l'appareil.

» Pour le schéma de A, il suffit d'employer une lanière unique; sur laquelle on indique, par des traits transversaux, sa réduction à $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$. Après chaque allongement, la lanière est successivement fixée en chacun de ces points en sorte que la résistance, étant inversement proportionnelle à la longueur, prend successivement les valeurs 1, 2, 3, 4, 5. Les allongements déterminés par l'addition répétée de la même surcharge ressemblent exactement aux allongements musculaires de la *fig.* 2, A ou à ceux de la *fig.* 3.

» En résumé, la comparaison de l'élasticité du caoutchouc vulcanisé avec celle de la substance musculaire en état de travail physiologique, par les différences mêmes que cette comparaison fait ressortir, apporte d'intéressants témoignages en faveur de l'exactitude des propositions qui expriment les caractères de l'élasticité musculaire. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Histologie de la peau. La graisse epidermique des oiseaux;* par M. L. **Ranvier**.

« L'épiderme de la patte du poulet, enlevé au moyen de l'eau bouillante et traité par l'éther, fournit une graisse onctueuse bien différente de la cire épidermique de l'homme et des mammifères ([1]). On dirait un mélange de cire et d'huile, cette substance étant en quantité prépondérante.

» Pourquoi la graisse épidermique des oiseaux diffère-t-elle de celle des mammifères? L'étude histologique de l'épiderme des oiseaux pouvait seule donner une réponse satisfaisante à cette question.

» Tous connaissent la disposition de la patte des oiseaux. Le tarse et la face dorsale des phalanges sont recouverts d'écailles. Les régions qui reposent sur le sol pendant la marche sont garnies de coussinets à la surface desquels on aperçoit un granulé grossier, comme celui de la peau de chagrin. L'épiderme qui recouvre les coussinets plantaires a une structure comparable à celle de l'épiderme des mammifères.

» On y reconnaît une couche cornée superficielle, qui se colore en noir sous l'influence de l'acide osmique et une couche profonde molle dont les cellules possèdent une constitution fibrillaire. Les fibrilles épidermiques des oiseaux forment au sein des cellules un système très compliqué. Ces cellules n'élaborent pas d'éléidine. Du reste, ainsi que je l'ai montré il y a longtemps déjà, on n'observe d'éléidine ni chez les oiseaux, ni chez les reptiles. Je passe sur les autres détails de structure de l'épiderme plantaire des oiseaux. Qu'il nous suffise de savoir que le *stratum corneum* y est coloré par l'acide osmique aussi bien que chez les Mammifères et que, par conséquent, il doit contenir de la cire épidermique.

» Dans les régions écailleuses de la patte du poulet, je peux en dire autant du canard et du pigeon que j'ai également étudiés, l'ensemble épidermique est spécial.

([1]) Voir ma Note, *Comptes rendus*, 5 décembre 1898.

» Voici comment il faut s'y prendre pour observer les faits que je vais décrire : chez un poulet à pattes blanches, on enlève par une section tangentielle une écaille et une petite épaisseur du derme sous-jacent. On les place dans 2^{cc} ou 3^{cc} d'une solution d'acide osmique à 1 pour 100. Une heure après, on les transporte dans l'alcool. Le lendemain, on y fait des coupes minces perpendiculaires à la surface. Celles-ci sont examinées dans l'eau ou la glycérine à un grossissement de 100 à 300 diamètres.

» Les cellules épidermiques de la première rangée, celles qui reposent sur le derme, sont cylindriques. Leur largeur est de 7 μ à 10 μ et leur hauteur de 25 μ à 30 μ. Elles sont chargées de gouttelettes huileuses, colorées en noir par l'osmium, sphériques, toutes à peu près de la même grosseur. Leur diamètre est de 2 μ. On dirait avoir sous les yeux les cellules épithéliales des villosités de l'intestin grêle en pleine digestion de matières grasses.

» La graisse qui remplit les cellules cylindriques de la première rangée de l'épiderme écailleux des oiseaux est liquide à la température ordinaire. Elle est oléagineuse, car on la voit s'écouler facilement des cellules lorsqu'elles ont été accidentellement entamées ou déchirées. L'alcool absolu et l'éther la dissolvent, si elle n'a pas été au préalable fixée et métallisée par l'acide osmique.

» Les cellules granulograisseuses de la première rangée n'existent que dans les régions où il y a des écailles. Entre celles-ci, qu'elles se touchent ou s'imbriquent, il se trouve de la peau dont l'épiderme a conservé sa souplesse. Dans ces régions, les cellules de la première rangée qui sont également cylindriques ne montrent pas au microscope de granulations graisseuses.

» Ce sont là des faits bien extraordinaires et encore inexplicables. Ils n'en sont pas moins intéressants, et ils suffisent à montrer comment il se fait que l'épiderme de la patte du poulet, pris en masse et traité par l'éther, fournisse une graisse complexe semblable à un mélange de cire et d'huile. La cire provient du *stratum corneum*, l'huile des cellules cylindriques de la première rangée de l'épiderme des régions écailleuses.

» J'ai laissé de côté, avec l'intention d'y revenir, plusieurs détails de structure de l'épiderme des oiseaux, qui me paraissent fort intéressants, parce qu'ils peuvent servir à expliquer certains points encore obscurs de l'histologie et de l'histophysiologie. »

M. **Laussedat** fait hommage à l'Académie du Tome I de ses « Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques ».

CORRESPONDANCE.

MM. **Édouard Branly**, **Carvallo**, Mme **Curie**, MM. **Borel**, **Blondel**, **Bourlet**, **Chofardet**, **Le Double**, **Lesbre**, **Poncet**, **Vaschy**, **Sauvageau**, **P. Janet**, **C. Guichard**, **Belopolsky**, **L. Cayeux**, **Thiébaut**, **Kirmisson**, **Daniel Berthelot**, **Masure**, **Phisalix** adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une photographie de la nébuleuse de la Baleine, obtenue à l'observatoire de Toulouse*. Note de MM. **Baillaud** et **Bourget**, présentée par M. Lœwy.

« Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie quelques épreuves d'un cliché de la nébuleuse de la Baleine (M 77; N. G. C. 1068), obtenu le 7 novembre, avec quatre-vingt-six minutes de pose, au télescope Gautier (83^{cm} d'ouverture, 5^{m} de distance focale).

» La comparaison de notre cliché avec les descriptions et les dessins antérieurs paraît intéressante : Donnée comme très brillante et ronde par J. Herschel, elle a été observée douze fois de 1848 à 1858 par Lord Rosse, qui l'a signalée comme spirale à partir du centre et qui l'a dessinée. Plus tard, Lassell l'observe, la dessine également en spirale et note trois étoiles dans son noyau. Par contre, M. Isaac Roberts, dans la description qui accompagne la reproduction photographique qu'il en a donnée dans son bel Atlas, la décrit comme ayant deux anses et signale l'existence, dans sa masse, de sept ou huit condensations nodulaires. Notre photographie, au contraire, la montre très nettement en spirale : une spirale dans le noyau lui-même; une autre, plus pâle, enveloppant la première. De plus, sur le cliché, nous comptons jusqu'à dix condensations nodulaires. Les épreuves, où l'agrandissement a notablement diminué la netteté, permettent d'en voir huit seulement.

» A l'occasion de ce cliché, nous pensons qu'il n'est peut-être pas inutile d'expliquer, avec quelques détails, comment nous avons utilisé, pour

la photographie, le télescope Gautier. Cela pourra épargner, aux astronomes qui disposent d'un instrument analogue, les nombreux essais qu'il nous a fallu faire avant de pouvoir obtenir, à coup sûr, des clichés à longues poses où les images stellaires soient circulaires et bien *piquées*.

» Il ressort de ces essais que, si l'on ne dispose pas d'une lunette-pointeur de même longueur que le télescope pour suivre la plaque photographique, il faut abandonner ce mode de contrôle de l'instrument.

» C'était notre cas : la seule lunette d'ouverture suffisante que nous possédions était trop courte et la flexion de la partie supérieure du tube du télescope atteignait 1′, ce qui correspondait, sur la plaque, à des écarts de $1^{mm},7$, quantité tout à fait intolérable. Nous avons donc dû renoncer à ce procédé et nous avons adopté une autre solution.

» L'étoile-guide étant choisie, on enlève, à l'aide d'un outil spécial, la gélatine de la plaque sur une étendue circulaire de 5^{mm} de diamètre, autour de l'endroit où l'étoile-guide doit faire son image. On peut alors suivre directement cette étoile, en pointant sur elle, derrière la plaque, à travers une ouverture pratiquée dans le dos du châssis, un microscope muni d'une croisée de fils. L'appareil permet de placer toujours la nébuleuse à photographier au centre du champ.

» Ce mode de contrôle a, il est vrai, l'inconvénient de supprimer une étoile de l'épreuve photographique, mais, comme on peut toujours choisir une étoile-guide très distincte de l'objet que l'on veut photographier, le dommage qui en résulte est faible. Ce dommage est négligeable vis-à-vis des avantages de la méthode qui permet de corriger, en bloc, tous les déplacements possibles de l'image, parmi lesquels on doit compter ceux dus aux déplacements éventuels du miroir, qui doit être, comme on sait, entièrement libre dans son barillet. Cette solution nous semble aussi présenter l'avantage de modifier le moins possible le télescope; la pièce portant la boîte du châssis et le microscope s'installant de la même manière qu'un micromètre et à la même place.

» On peut même, sans démonter la pièce en question, substituer au microscope un oculaire, ce qui est fort précieux pour l'examen préalable de l'objet à photographier. Enfin, comme le télescope lui-même sert de pointeur, on peut employer comme étoiles-guides des étoiles faibles, et leurs images sont aussi bonnes que possible, puisqu'elles sont dans la position utilisable, même pour des mesures, du champ de l'instrument.

» M. Baillaud, en signant cette Note, tient à dire qu'il n'a été que le collaborateur de M. Bourget pour l'étude de quelques-unes des difficultés qu'offrait le télescope et pour la recherche du dispositif à adopter. M. Bourget, après avoir fait seul de très nombreux clichés d'essais, a entrepris une étude photographique des amas d'étoiles et des nébuleuses. »

ASTRONOMIE. — *Observations et éléments de la nouvelle comète Chase,* obtenus par M. G. FAYET, communiqués par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	✱ — ★. ΔR.	✱ — ★. ΔD.	Nombre de compar.
Déc. 7..	*a* 2295 BD+25°	8,8	+0.14,26 (m s)	−4′.26″,5	8 : 8
13..	*b* 2308 BD+25	9,4	+0.17,47	+4. 8,1	8 : 8

Positions apparentes de la comète.

Dates 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Déc. 7...	13h28m0s	10h40m25s,20	$\bar{1},575_n$	+24°56′13″,8	0,684
13...	13.22.41	10.47.26,97	$\bar{1},566_n$	+25.41.12,1	0,667

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1898.	★	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Déc. 7...	*a*	10h40m6s,58	+4s,36	+25°1′10″,4	−30″,1	A.G. Cambridge 5487
13...	*b*	10.47. 4,98	+4,52	+25.37.35,7	−31,7	A.G. Cambridge 5537

» On avait, en premier lieu, calculé une orbite parabolique en faisant usage d'une position approchée du 14 novembre, donnée par le télégramme de découverte, et de deux observations des 23 novembre et 7 décembre. Comme le système d'éléments ainsi obtenu laissait subsister un écart de 3′ en longitude dans la représentation du lieu moyen, et comme, d'autre part, ces éléments présentaient une grande ressemblance avec ceux de la comète périodique Coggia = 1867 I, on fut conduit à calculer de nouveaux éléments en ne faisant, cette fois, aucune hypothèse sur l'excentricité.

» Ce second système a été obtenu à l'aide des deux observations publiées plus haut et d'une observation faite, le 23 novembre, par M. Coddington; on a tenu compte de l'aberration et de la parallaxe.

» Voici les résultats auxquels on est ainsi parvenu :

$$\left.\begin{aligned} T &= 1898 \text{ sept. } 20,7875 \\ \Omega &= 95°.58'.45'',5 \\ \omega &= 4.56.48,8 \\ i &= 22.33.29,8 \\ e &= 0,999288 \\ \log q &= 0,360521 \end{aligned}\right\} \text{équinoxe moyen de } 1899,0.$$

» Représentation du lieu moyen dans le sens (obs. — calc.) :

$$d\lambda = -0'',3, \qquad \cos\beta\, d\lambda = -0'',5,$$

d'où l'on a déduit

$$x = [9,965838]\, r \sin(191^\circ.25'.\ 3'' + v),$$
$$y = [9,974822]\, r \sin(109.44.20 + v),$$
$$z = [9,703312]\, r \sin(\ 56.33.14 + v).$$

» On voit que l'hypothèse parabolique était bien suffisante et que l'écart de 3′ en question tenait évidemment à l'incertitude de la position du 14 novembre. Il est intéressant, néanmoins, de remarquer que l'analogie avec les éléments de la comète Coggia est encore assez grande; voici ces éléments, d'après M. Becker :

$$\left.\begin{array}{r} T = 1867 \text{ janv. } 20 \\ \Omega = 78^\circ.56' \\ \omega = \ 0.36 \\ i = 18.13 \\ e = 0,8654 \\ \log q = 0,1978 \end{array}\right\} \text{équinoxe moyen de } 1899,0.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes différentiels dont l'intégration se ramène à celle d'équations différentielles totales.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« M. Beudon ayant formulé une réclamation de priorité ([1]) au sujet du théorème énoncé à la fin de ma dernière Communication ([2]), je demande la permission de présenter quelques explications sur le théorème dont il s'agit et sur la manière dont j'y ai été conduit.

» I. Étant donné un système différentiel, résolu par rapport à certaines dérivées des fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées :

» 1° Nous dirons qu'une dérivée de fonction inconnue est, par rapport à ce système, *principale* ou *paramétrique*, suivant qu'elle coïncide ou non, soit avec quelqu'un des premiers membres, soit avec quelqu'une de leurs dérivées. Des intégrales (ordinaires) quelconques d'un pareil système étant supposées développées par la série de Taylor à partir de valeurs initiales quelconques des variables indépendantes, les portions de ces développements formées par l'ensemble des termes qui, aux facteurs numé-

---

([1]) Voir les *Comptes rendus* du 12 décembre 1898.
([2]) Voir les *Comptes rendus* du 21 novembre 1898.

riques connus près, ont pour coefficients les valeurs initiales des intégrales dont il s'agit et de leurs dérivées paramétriques de tous ordres, se nommeront les *déterminations initiales* de ces intégrales. On peut d'ailleurs, comme je l'ai établi ([1]), fixer par un calcul très simple l'économie des fonctions (ou constantes), *en nombre fini*, dont la connaissance équivaut à celle des déterminations initiales.

» 2° Nous nommerons *grade* du système considéré l'ordre maximum de ses premiers membres : il va sans dire que le grade d'un système peut être soit égal, soit inférieur à son ordre. Quand on a affaire à un système de grade 1, on peut, pour en disposer nettement les diverses équations, les écrire dans les cases d'un quadrillage rectangulaire dont les lignes correspondent aux variables indépendantes et les colonnes aux fonctions inconnues, en mettant l'équation qui aurait, par exemple, $\frac{du}{dx}$ pour premier membre, dans la case qui appartient à la fois à la colonne (u) et à la ligne (x).

» Supposons actuellement que l'on ait affaire à un système différentiel *orthonome* ([2]). Si aux équations qui le composent on adjoint toutes celles qui s'en déduisent par de simples différentiations, le groupe illimité qui en résulte est successivement résoluble par rapport aux dérivées principales des inconnues; il arrive d'ailleurs fréquemment que dans plusieurs équations du groupe figure, comme premier membre, une même dérivée principale, d'où résulte que la résolution successive pourra, en général, s'effectuer de diverses manières : en l'effectuant de toutes les manières possibles, on obtient pour chacune des dérivées principales un certain nombre d'expressions contenant les variables indépendantes, les inconnues et leurs dérivées paramétriques. Dans le cas où les expressions ainsi obtenues pour une même dérivée principale quelconque sont toutes identiques entre elles, nous dirons que le système orthonome est *passif :* les conditions de passivité, qui semblent ainsi être en nombre infini, résultent d'ailleurs, à titre de conséquences nécessaires, d'un nombre essentiellement limité d'entre elles.

» Si, dans un système orthonome passif, on se donne arbitrairement les déterminations initiales (convergentes) d'un groupe d'intégrales hypo-

---

([1]) Voir les *Comptes rendus* du 31 mai 1898.

([2]) J'ai rappelé la définition de ce mot dans les *Comptes rendus* du 21 novembre 1898.

thétiques, les portions restantes des développements de ces dernières sont elles-mêmes convergentes, et les intégrales dont il s'agit existent effectivement.

» Enfin, de simples résolutions d'équations, combinées avec des différentiations, permettent, sauf constatation éventuelle d'incompatibilité, de ramener un système différentiel quelconque à la forme orthonome passive.

» III. Après avoir rappelé, comme cela était nécessaire, une partie de mes résultats antérieurs, j'arrive à la proposition formulée dans ma Communication du 21 novembre 1898.

» A ce sujet, j'établis tout d'abord que si, dans un système orthonome passif, l'ensemble des éléments arbitraires, dont la connaissance équivaut à celle des déterminations initiales de ses inconnues, ne comprend, avec un nombre quelconque de constantes, qu'une seule fonction d'un nombre quelconque de variables, la recherche, dans le systéme proposé, d'intégrales ordinaires satisfaisant à des conditions initiales données, se ramène, *par de simples différentiations,* à une semblable recherche effectuée dans un *système orthonome passif de grade* 1, *dans le Tableau duquel toutes les cases vides appartiennent à une même colonne.* Je prouve en second lieu que cette dernière recherche se ramène à l'intégration de systèmes passifs d'équations différentielles totales du premier ordre.

» Cela posé, et tout en constatant que le théorème formulé dans ma Note du 21 novembre 1898 est postérieur à celui qu'a énoncé M. Beudon dans les *Comptes rendus* du 31 janvier 1898, je tiens à faire observer que, dans une Note communiquée à l'Académie dès le 30 juillet 1894, j'ai examiné le cas, très voisin du cas général, d'un *système passif d'ordre* 1, *dans le Tableau duquel toutes les cases vides appartiennent à une même colonne :* la proposition dont j'ai fait connaître l'énoncé il y a quelques semaines n'est ainsi que l'extension naturelle d'un résultat que j'avais obtenu il y a environ quatre ans. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du premier ordre.* Note de M. **Armand Cahen**, présentée par M. Picard.

« Soit $P(y', y, x) = 0$ une équation différentiellle, où P est un polynome de degrés donnés en y' et y, analytique en x. On peut se proposer de *déterminer* EXPLICITEMENT *toutes les équations de cette forme, dont l'intégrale générale ne prend qu'un nombre donné n de valeurs autour des points critiques*

mobiles. Ce problème a été résolu par M. Painlevé [1] dans le cas où P est du premier degré en y'. Nous nous proposons de résoudre cette question pour les *équations du second degré en* y' et de *degré* q [2] *en* y,

$$\text{(1)} \qquad Ly'^2 - 2My' + N = 0.$$

» Par le mot *explicitement*, j'entends que les coefficients des polynomes L, M, N doivent être exprimés *algébriquement* à l'aide d'un certain nombre de *constantes* et de *fonctions arbitraires* de x et de leurs dérivées.

» On sait que, lorsque l'intégrale générale de (1) *n'acquiert qu'un nombre fini n de valeurs autour des points critiques mobiles*, elle peut s'écrire

$$\text{(2)} \qquad \alpha C^2 - 2\beta C + \gamma = 0,$$

où α, β, γ sont des polynomes en y de degré n, *si le genre* ϖ *de la relation entre les constantes intégrales est nul*, et de degré $2n$, *si ce genre est égal à* 1. Quant au cas de $\varpi > 1$, on sait qu'il ne peut se présenter ici.

» *Traitons d'abord le cas de* $\varpi = 0$. Posons

$$M^2 - LN = P^2QR, \qquad \beta^2 - \alpha\gamma = \Pi^2 Q^3 R;$$

$R = 0$ (de degré k) définit les *intégrales singulières* et $Q = 0$ (de degré j) le lieu des *points de rebroussement* des intégrales; P et Π sont de degrés i et m et les entiers positifs i, j, k, n, m, q vérifient les relations

$$2q - 4 = 2i + j + k, \qquad 2n = 2m + 3j + k.$$

» La relation (2) est, par hypothèse, *irréductible* en y et C, sauf pour certaines valeurs de C et, en particulier, pour *les valeurs remarquables* C_r, telles que l'équation (2) en y admette pour $C = C_r$, quel que soit x, des racines multiples $y = g(x)$ dites *solutions remarquables*, dont les ordres de multiplicité a_r, b_r, ..., e_r sont liés au degré q par la relation [3]

$$\text{(3)} \qquad q = 2n + k - \Sigma[(a_r - 1) + (b_r - 1) + \ldots + (e_r - 1)].$$

» Ces propriétés rappelées, choisissons arbitrairement un système d'entiers positifs i, j, k satisfaisant à la relation $2q - 4 = 2i + j + k$ (avec $j + k \geqq 2$, $3j + k \leqq 2n$, $k \geqq q - 2n$), et soient β, Π, Q, R quatre polynomes en y de degré n, m, j, k dont les coefficients sont des fonctions arbitraires

(1) *Leçons de Stockholm*, p. 151. — *Annales de la Faculté de Toulouse*, 1896.

(2) Moyennant une transformation homographique effectuée sur y, on peut toujours admettre que L, M, N sont de degrés $q - 4$, $q - 2$ et q en y.

(3) P. Painlevé, *Leçons de Stockholm*, p. 167.

de x. La différence $\beta^2 - \Pi^2 Q^3 R$ est un polynome de degré $2n$, que je décompose en un produit de polynomes α et γ de degré n, dont les coefficients sont des fonctions *algébriques* des $m+j+k+n+2$ coefficients arbitraires $\lambda(x)$, de β, Π, Q, R. Si j'exprime maintenant qu'il y a p solutions remarquables $y = g_1(x), \ldots, y = g_p(x)$ d'ordre $a_1, a_2, \ldots, a_p$ (avec la condition $a_1 - 1 + a_2 - 1 + \ldots + a_{p-1} = 2n + k - q$), j'obtiens $2n + k - q$ conditions *algébriques* dépendant de p constantes $C_1, C_2, \ldots, C_p$. Il reste alors $m + j + k + n + 2 - (2n + k - q) = i + 4$ fonctions arbitraires.

» Nous voyons donc que, *pour chaque choix des entiers positifs i, j, k assujettis à la condition $2i + j + k = 4$ (avec les restrictions indiquées), nous formons un nombre fini de systèmes de conditions algébriques entre les coefficients de* (2). Chacun de ces systèmes définit une équation (2) *dépendant de $i + 4$ fonctions arbitraires et d'un certain nombre de constantes arbitraires égal au nombre des solutions remarquables*. Ce nombre atteint son *maximum* $2n + k - q$ quand toutes les solutions remarquables sont d'ordre *deux*.

» Dans ce dernier cas, qui peut être considéré comme *le plus général*, nous faisons la discussion complète des conditions *algébriques* correspondantes et nous montrons : 1° que les conditions précédentes sont *compatibles* et *déterminées;* 2° que l'équation (2) la plus générale est *irréductible;* 3° que l'équation différentielle (1) correspondante, dont le degré est au plus égal à q, est *exactement de degré q;* 4° que le nombre des branches de l'intégrale qui est au plus égal à n, est *bien égal* [1] *à n*, et que, par suite, le *genre* de la relation entre les constantes intégrales est *nul*.

» La question ainsi posée au début est donc résolue dans le cas de $\varpi = 0$, et *le type le plus général des équations* (1) *répondant à la question dépend de $i + 4$ fonctions arbitraires et de $2n + k - q$ constantes* [2] *arbitraires, k désignant le nombre des intégrales singulières distinctes*.

» *Passons au cas de* $\varpi = 1$. On montre d'abord que $j = 0$ (donc k est pair, soit $k = 2r$). L'intégrale générale est donnée par la quadrature de différentielle totale

$$(4) \qquad C = J(y, x) \equiv \int \left[\frac{H\,dy}{\sqrt{R}} + \left(\frac{K}{\sqrt{R}} + \lambda \right) dx \right].$$

» La différentielle $\dfrac{H\,dy}{\sqrt{R}}$, qui se déduit par une transformation d'ordre n

(1) Il y a toutefois deux cas d'exception : $q = 4$, $j = 0$, $k = 4$ et $q = 4$, $j = 0$, $k = 2$, pour lesquels, comme on sait, l'équation (1) a ses points critiques fixes.

(2) Ce nombre peut être réduit à $2n + k - q - 3$, parce que les formes (2) de l'intégrale se déduisent de l'une d'entre elles par le changement de C en $\dfrac{\alpha C + \beta}{\gamma C + \delta}$.

d'une *différentielle elliptique* de module μ dépend ainsi que $\frac{H}{\sqrt{R}}$ de $r+1$ fonctions arbitraires de x et de la constante μ. H et K sont des polynomes en y de degrés $r-2$ et r. On introduit les notions de *solutions* et de *constantes* remarquables, d'où des relations $C_\rho = J(y_\rho, x)$, qui pour la *solution la plus générale* (¹) sont en nombre $2r-q$, en supposant que chaque intégrale remarquable est d'ordre 2. *L'équation* (1) *correspondante dépend alors de* $2r-q$ *constantes arbitraires et de* $r+2-(2r-q)=i+4$ *fonctions arbitraires.*

» Observons que dans le cas actuel, si l'on met l'intégrale générale sous la forme (2), α, β, γ sont de degré pair, au moins égal à $2n$ et j est nul.

» Inversement, si l'intégrale générale de (1) se met sous la forme

$$(2)' \qquad \alpha_1 C^2 - 2\beta_1 C + \gamma_1 = 0,$$

où $j=0$ et où α_1, β_1, γ_1 sont de degré $2n$, elle prend, en général, $2n$ valeurs autour des points critiques mobiles, ϖ est nul et (2)′ dépend de $i+4$ fonctions arbitraires et de $4n+2r-q-3$ constantes arbitraires; et, comme dans le cas de $\varpi=1$, (2)′ ne dépend que de $2r-q$ constantes, nous voyons que, dans le cas de $\varpi=1$, elle dépend de $4n-3$ constantes de moins que dans le cas de $\varpi=0$.

» *En définitive, les équations* (1) *dépendent* ALGÉBRIQUEMENT *de* $i+4$ FONCTIONS ARBITRAIRES *et de* CONSTANTES ARBITRAIRES, *dont le nombre égal à* $2n+k-q-3$ *dans le cas de* $\varpi=0$ *se réduit à* $k-q$, *quand* ϖ *est égal à un.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux différentielles totales linéaires*. Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Picard.

« Dans la théorie des équations aux différentielles totales linéaires il y a, ce me semble, un point auquel on n'a pas jusqu'ici fait attention ; je crois combler cette lacune en présentant la proposition :

» Une équation aux différentielles totales linéaires *non intégrable*

$$\sum_1^n P_i(x_1, x_2, \ldots, x_n)\,dx_n = 0$$

(¹) On montre que les objections qu'on peut faire à la discussion sont en défaut, sauf dans le cas $r=2$, $q=4$ [équations (1) à points critiques fixes].

peut admettre des intégrales singulières $f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0$, dont la détermination se fait *sans* intégration.

» Bornons-nous, pour fixer les idées, aux équations aux différentielles totales linéaires non intégrables de trois variables :

$$(1)\qquad P(x, y, z)dx + Q(x, y, z)dy + R(x, y, z)dz = 0.$$

» Soit $z = f(x, y)$ une intégrale de l'équation aux différentielles totales linéaires donnée (1); il faut donc que l'équation donnée (1) soit une identité à cause des deux équations :

$$z = f(x, y),$$
$$dz = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} dx + \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} dy.$$

» En substituant ces deux valeurs de z et dz dans l'équation aux différentielles totales linéaires (1), elle se mettra sous la forme

$$\left[P(x, y, f) + R(x, y, f)\frac{\partial f(x, y)}{\partial x}\right] dx + \left[Q(x, y, f) + R(x, y, f)\frac{\partial f(x, y)}{\partial y}\right] = 0.$$

» L'indépendance des variables indépendantes x et y exige que

$$(2)\qquad \begin{cases} P(x, y, f) + R(x, y, f)\dfrac{\partial f}{\partial x} = 0, \\ Q(x, y, f) + R(x, y, f)\dfrac{\partial f}{\partial y} = 0. \end{cases}$$

» La compatibilité de ces deux équations aux dérivées partielles demande l'existence de l'équation aux dérivées partielles

$$(3)\qquad \frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{P(x, y, f)}{R(x, y, f)}\right] = \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{Q(x, y, f)}{R(x, y, f)}\right].$$

» Toute fonction $z = f(x, y)$ qui satisfait aux trois équations aux dérivées partielles (2) et (3) est une solution de l'équation aux différentielles totales linéaires (1).

» Les valeurs de $\frac{\partial f}{\partial x}$ et $\frac{\partial f}{\partial y}$, tirées des équations aux dérivées partielles (2), substituées à l'équation (3), donnent une équation

$$F(x, y, f) = 0.$$

» Les valeurs de f, tirées de cette équation, qui satisfont aux équations aux dérivées partielles (2), sont les solutions cherchées.

» *Exemple.* — Soit donnée l'équation aux différentielles totales linéaires non intégrables

$$(z - yx - y)\,dx + (z^2 - xyz - x)\,dy + dz = 0.$$

Les équations aux dérivées partielles (2) sont

$$(2') \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial x} &= -(f - yx - y), \\ \frac{\partial f}{\partial y} &= -(f^2 - xyf - x) \end{aligned} \right.$$

et l'équation (3) est

$$(3') \qquad \frac{\partial f}{\partial y} - x - 1 = 2f\frac{\partial f}{\partial x} - xy\frac{\partial f}{\partial x} - yf - 1.$$

Éliminant $\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}$ entre ces trois équations, on obtient

$$f^2 - f(2xy + y) + x^2y^2 + y^2 = 0.$$

Les valeurs de f qui satisfont cette équation sont

$$f = yx + y, \qquad f = xy,$$

et $f = xy$ est la solution cherchée. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse du son dans l'air sec à 0°*, Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« 1. Dans sa Note du 5 décembre, M. Violle admet la nécessité d'une correction sur γ. La formule qu'il emploie pour calculer $\frac{\gamma}{\Gamma}$ est d'ailleurs celle dont je me suis servi, mais avec des données un peu différentes (notamment $F_{12°,5} = 11^{mm}$, au lieu de 10^{mm}). J'ai trouvé pour la correction sur la vitesse du son $0^m,16$; mais il m'a semblé que les hypothèses introduites ne permettaient même pas d'affirmer que la correction exacte fût comprise entre $0^m,1$ et $0^m,2$.

» Quoi qu'il en soit, je pense qu'on ne doit pas considérer comme négligeable une correction $> 0,1$ sur un nombre que l'on considère comme obtenu à 0,1 près (¹).

(¹) *Annales de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XIX, p. 335 et 339.

» 2. Le facteur de correction de M. Jäger, qui se confond d'ailleurs sensiblement avec le mien ([1]), permet de tenir compte de ce que l'air est humide, mais non de ce qu'il est *saturé*. Nous croyons savoir, il est vrai, que les variations rapides de pression qui accompagnent la propagation du son dans une vapeur saturante n'y produisent aucune liquéfaction visible; mais rien ne nous autorise à admettre avec l'auteur que la vapeur *sursaturée* au moment de la compression (si tant est qu'elle ne se liquéfie pas du tout) ait un coefficient de compressibilité *infiniment voisin* de celui de la vapeur non saturante. La correction calculée par M. Violle n'est donc qu'un minimum ([2]), et nous ignorons, je le répète, jusqu'à quel point elle convient. On voit seulement que la compressibilité s'exagérerait notablement pour peu que la liquéfaction intervînt.

» 3. Je n'ai point parlé de la correction sur γ relative à la température parce qu'elle est inférieure à $0^{m},1$, et incertaine, comme les autres. Elle est d'ailleurs additive comme elles.

» En résumé, on peut affirmer que la correction totale à apporter au nombre de MM. Violle et Vautier est d'au moins $0^{m},2$; mais on n'en peut fixer d'une manière certaine la limite supérieure. Si donc l'erreur expérimentale (si réduite qu'elle soit en raison des soins apportés à l'exécution même des mesures et à la discussion des observations) se trouvait être par

---

([1]) Ce facteur $\sqrt{\frac{2d}{D} - 1}$ est obtenu en faisant successivement diverses approximations dans un calcul assez compliqué, fondé sur la formule de Clausius. Il s'écrit dans ma notation :

$$\sqrt{2\varphi - 1} = \sqrt{2\,\frac{10^4 - y}{10^4 + (e-1)z + (e-1)^2 u} - 1}.$$

Celui que j'emploie pour tenir compte *exactement* de l'imperfection du gaz est

$$\sqrt{\frac{\varphi}{p\mu}} = \sqrt{\frac{10^4 - y}{10^4 + (2e-1)z + (3e-1)(e-1)u}}.$$

On voit que ces deux expressions se confondent, si l'on néglige $z - y$, et les termes en u et en $yz.10^{-4}$ vis-à-vis de z, ce qui est bien permis dans la présente application.

([2]) Est-il bien certain que le rapport $\frac{\Delta}{\delta}$ qui figure dans la formule ne dépasse pas $1,001$ à $10°$? On pourrait le supposer bien plus grand d'après les expériences de Regnault à $30°,8$, où $\frac{\Delta}{\delta} = \frac{0,647}{0,622} = 1,04$. S'il avait une telle valeur à $12°,5$, la correction sur la vitesse du son atteindrait $0^{m},1$ au lieu de $0^{m},003$.

défaut, on s'approcherait beaucoup du nombre $331^m,8$ que j'ai adopté, et qui s'accorde d'une part avec les expériences de Röntgen sur γ [1], et d'autre part avec celles de Regnault sur C et de M. Miculescu, par exemple, sur l'équivalent mécanique de la calorie.

» 4. Ce nombre admis est la moyenne entre celui de M. Wüllner corrigé et celui de M. Blaikley. L'erreur du premier ne doit pas dépasser $\frac{1}{1000}$, d'après les renseignements fournis par l'auteur. Pour qu'elle atteignît $\frac{2}{1000}$, il faudrait que les valeurs exactes de N et λ, au lieu d'être plus ou moins voisines des moyennes expérimentales, eussent été toutes deux, en réalité, les plus petites valeurs observées.

« 5. A l'égard des expériences de M. Frot [2], je ferai seulement remarquer qu'une erreur de $\frac{1}{5000}$ de seconde sur le temps correspondrait, dans les conditions de ses expériences, à une erreur de $0^m,55$ sur la vitesse du son. Il est regrettable que l'auteur n'ait pas opéré sur un espace plus considérable.

» 6. Enfin n'est-il pas établi que l'équivalent mécanique de la calorie est compris entre 418 et 419.10^5 C.G.S? En y joignant la vitesse du son d'après MM. Violle et Vautier, on trouve aisément que la chaleur spécifique de l'air doit être 0,2415 environ, au lieu de 0,2375 trouvé par Regnault (0,239 après la correction que j'ai indiquée). Il ne semble pas que l'erreur des expériences de Regnault puisse être aussi considérable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de la pression sur la capacité initiale de polarisation.* Note de M. **A. Chassy**, présentée par M. Lippmann.

« MM. Cailletet et Collardeau ont montré qu'en comprimant un accumulateur à électrodes, en mousse de platine, on augmentait énormément sa capacité. Ce résultat est dû à l'absorption par la mousse des éléments de décomposition de l'eau. Ces éléments étant gazeux sont absorbés avec d'autant plus de facilité que la pression est plus grande.

---

(1) Je profite de l'occasion pour corriger une erreur que j'ai commise dans mes deux dernières Notes (*Comptes rendus*, p. 659 et 860). La valeur 8319.10^4 attribuée à la constante R suppose que l'on compte la température à partir de $-273°$ et non $-273°,2$. Il en résulte que les γ calculés doivent être majorés de 0,001, et l'équivalent mécanique diminué de $0,8.10^5$C.G.S. On a en ce qui concerne l'air à $0°$: $\gamma = 1,4051$, et l'on en déduit $E = 418,6.10^5$.C.G.S.

(2) *Comptes rendus*, 24 octobre 1898 (t. CXXVII, p. 611).

» J'ai essayé de déterminer si la capacité initiale de polarisation subirait la même influence, c'est-à-dire si la charge produite par une force électromotrice très petite s'élèverait également avec la pression. J'exécutais ces expériences dans le but de savoir si les ions, qui se portent sur les électrodes avant toute électrolyse visible, peuvent être considérés comme étant des gaz libres, car s'il en est ainsi, comme ils sont en faible quantité, ils se dégagent évidemment à l'état dissous dans le liquide ou dans les électrodes ; or cette solubilité dépend de la pression : elle lui est sensiblement proportionnelle.

» Je plaçais le vase en verre contenant l'électrolyte et les électrodes à l'intérieur d'un cylindre épais en acier rempli d'huile. Je commençais à produire la pression à l'aide d'une presse hydraulique et pour terminer j'employais une vis poussant dans l'huile une petite tige d'acier; je pouvais ainsi obtenir une pression de 2000 atmosphères. Comme électrodes j'employais des lames polies de différents métaux, ainsi que de la mousse de platine. Comme électrolytes je prenais de l'eau acidulée en proportions variables ou des dissolutions salines. La méthode de mesure des capacités était celle qui a été indiquée par M. Bouty.

» Dans chaque cas, quelle que soit la nature du voltamètre, j'ai toujours trouvé que la capacité initiale de polarisation était sensiblement indépendante de la pression. Cela ne veut pas dire qu'elle était rigoureusement constante; d'après un grand nombre d'expériences et en prenant celles qui étaient concordantes, cette capacité paraissait augmenter, pour une pression de 1000 atmosphères, de 1 à 3 pour 100 suivant les cas. Je n'indique ici ces nombres que pour donner une idée de l'ordre de grandeur de l'influence de la pression. D'ailleurs, comme M. Bouty l'a mis en évidence, la capacité initiale des électrodes est soumise à des variations accidentelles qui sont dues à un grand nombre de causes et dont on ne peut tenir compte. Ces variations sont trop grandes pour que l'on puisse, dans mes expériences, mesurer exactement l'influence de la pression.

» Cependant, on peut affirmer avec certitude que la pression influe bien plus faiblement sur la capacité initiale que sur la capacité d'un accumulateur à électrodes jouissant d'un pouvoir absorbant pour les gaz (je veux parler ici de la capacité d'un accumulateur telle qu'on la définit en pratique). Ainsi cette capacité, d'après MM. Cailletet et Collardeau, augmentait environ de 25 fois sa valeur en passant de la pression de 1 atmosphère aux pressions de 200 à 300 atmosphères. En répétant leurs expériences, j'ai même trouvé une influence encore plus grande de la pression. J'ai également constaté que cette influence se produisait en employant

des lames polies au lieu de mousse dans l'accumulateur; toutefois le cas est moins intéressant, car malgré la grande multiplication produite par la pression, la capacité est encore très petite au point de vue pratique.

» On peut donc bien conclure que le phénomène de polarisation initiale ne correspond pas à une décomposition électrolytique en éléments gazeux.

» J'ai également mesuré l'influence de la pression sur les capacités qui correspondent à des forces électromotrices élevées quoique insuffisantes pour décomposer l'eau en gaz libres. Ces forces électromotrices étaient appliquées un temps plus ou moins court, ou bien pendant très longtemps, de manière à communiquer la charge limite maximum correspondante. J'ai toujours trouvé, comme ci-dessus, que l'influence de la pression était sensiblement nulle. Et pourtant la charge produite peut être assez grande; ainsi dans le cas de la mousse de platine, pour une force électromotrice de 1 volt, le voltmètre avait emmagasiné 1 coulomb environ par gramme de platine.

» Par conséquent, tant que la force électromotrice nécessaire pour produire la décomposition visible n'est pas atteinte, on a bien une décomposition électrolytique, car le courant peut être très appréciable, mais jamais la décomposition simple n'a lieu; il se produit probablement les composés étudiés par M. Berthelot, ou des composés analogues. On pourrait donc définir la force électromotrice de décomposition ordinaire de l'eau par cette condition, qu'elle produise une charge variant nettement avec la pression. Cette définition ne peut pourtant servir à trouver exactement la valeur controversée de la force électromotrice minimum nécessaire pour décomposer l'eau, car les expériences manquent de régularité, mais il est certain qu'une force électromotrice de 1 volt est au-dessous de cette limite.

» Sokolow a cependant obtenu des bulles d'hydrogène avec une force électromotrice de 1 volt; cette expérience ne prouve pas que l'eau soit réellement décomposée sous cette tension en gaz libres. En effet, l'anode étant très grande par rapport à la cathode, l'oxygène ne s'y dégage pas en liberté; il se forme certainement des composés oxygénés plus ou moins instables. »

ÉLECTRICITÉ. — *Radioconducteurs à limailles d'or et de platine.* Note de M. **Édouard Branly.**

« La construction des tubes à limaille a été l'objet de nombreux essais dans ces derniers temps; les substances les plus variées, les mélanges les plus complexes ont été éprouvés dans des conditions souvent peu comparables et il reste encore beaucoup d'incertitude sur le choix qui convient le mieux. La Communication de M. Tommasina, insérée dans les *Comptes rendus* de la séance du 12 décembre dernier, ayant appelé l'attention sur les variations de conductibilité que pourraient offrir les limailles d'or et de platine exposées aux décharges de condensateurs, je pense que le moment est venu de faire connaître les résultats que j'ai obtenus l'an dernier avec ces métaux et que je réservais pour une publication ultérieure.

» Dans un Travail présenté à la Société de Physique de Londres en janvier 1898, M. Lodge affirme que l'or et le platine ne peuvent être employés à cause de leur grande conductibilité; après lui, la même assertion est reproduite en France dans différents articles. C'est de la même manière que l'aluminium est présenté comme le plus mauvais métal à employer, que cette opinion est répétée sans contrôle, que M. Lodge accorde ses préférences à la limaille de fer, etc.

» Si l'on n'y prend pas garde, un même métal est susceptible de se comporter très inégalement avec divers expérimentateurs, toutefois un résultat négatif ne peut infirmer un résultat positif. Comme j'y ai insisté dès 1891, il convient, pour pouvoir établir quelque comparaison, de n'employer que des limailles tamisées. Il faut, en outre, considérer que le diamètre des grains, leur tassement doivent être en rapport avec la force électromotrice de la pile du circuit du radioconducteur, avec la conductibilité du métal; la section du tube ne sera pas la même dans tous les cas, et il sera prudent de varier les essais effectués avec un même métal.

» En suivant la méthode que j'ai décrite dans une Note du 6 décembre 1897, la limaille est comprise entre deux tiges métalliques; l'une des tiges est fixe et l'autre est déplacée avec une vis. La limaille étant intercalée dans le circuit d'un élément de pile, on la pousse très dou-

cement dans son tube, jusqu'au moment où une légère conductibilité apparaît; on rétablit la résistance par un choc convenable et l'on se trouve dans de bonnes conditions pour faire agir efficacement la radiation électrique.

» Souvent, l'emploi d'un tube à vis n'est pas indispensable; les deux tiges qui comprennent la limaille étant d'abord maintenues serrées, si l'on desserre l'une des tiges et si on la pousse très doucement à la main, on arrive très vite et trè simplement à établir le degré de contact qui détermine une légère conductibilité. En opérant ainsi avec le platine, l'or et les alliages d'or du commerce, j'ai trouvé que le platine se comporte bien, que les alliages d'or sont aussi avantageux que les substances les plus sensibles de mes expériences antérieures; l'or vierge me paraît encore plus sensible, aussi sensible que l'argent.

» Voici un essai qui fixera les idées. C'est une application de l'emploi des enveloppes métalliques à fente verticale (¹).

» Dans une cage métallique hermétiquement close est enfermé un tube à limaille d'or avec son circuit, une sonnerie placée dans la dérivation d'un relais se fait entendre quand la limaille devient conductrice. La paroi antérieure de la cage est percée d'une fente verticale de 20^{cm} de hauteur et 1^{mm} de largeur. A une distance de 20^{m} est disposée une petite bobine de Ruhmkorff animée par une pile de 4 volts et donnant 25^{mm} d'étincelle. Chacune des bornes du fil induit de cette bobine est reliée à un cylindre horizontal de laiton de 45^{mm} de diamètre et 15^{cm} de longueur. Les deux cylindres ont le même axe; ils sont terminés par deux boules en regard dont les surfaces sont distantes d'environ 1^{mm}; l'étincelle de décharge des deux cylindres a donc cette longueur de 1^{mm}. Cette étincelle de 1^{mm} dans l'air détermine la conductibilité du tube à limaille d'or enfermé dans la cage, un léger choc rétablit la résistance; la régularité est complète.

» Un tube à limaille d'or constitue assurément un appareil délicat, mais sa sensibilité le rend recommandable. Les alliages d'or et de cuivre, depuis l'alliage des monnaies jusqu'à l'alliage le plus pauvre, peuvent être maniés avec moins de ménagements. »

(¹) Séance du 4 juillet 1898, t. CXXVII, p. 46.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une solution du problème de la multicommunication en télégraphie par l'emploi des oscillations électriques.* Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« J'ai appliqué les résultats énoncés dans une précédente Communication (1), relativement à la comparaison des propriétés des champs hertziens concentrés par un fil unique et par deux fils, à la multicommunication télégraphique. Le problème peut s'énoncer ainsi : *Étant donnés divers postes* A, B, C, ..., L, N, *distribués le long d'un fil unique* AN, *trouver un dispositif qui permette la transmission télégraphique ou téléphonique* simultanément *entre deux quelconques des postes réunis par le fil unique.*

» Pour ces expériences, j'ai mis à profit la facile résonance d'un résonateur à coupure signalée précédemment (2).

» L'étude du champ hertzien concentré par un fil unique et par deux fils fournit un moyen d'actionner à distance et à volonté un résonateur. Il suffit pour cela, les deux fils 1 et 2 étant respectivement reliés aux plaques a et a' (*fig.* 1) et le pont p reliant les extrémités l, n de la longueur additionnelle de fil $lmn = \frac{\lambda}{2}$, de transformer le *champ interférent* ainsi formé en *champ ordinaire,* ce qui s'obtient en supprimant le pont p. Un résonateur placé à l'extrémité (6^m) des fils manifestera des étincelles au micromètre dès que le pont p sera supprimé, pour redevenir muet lorsque le pont p sera rétabli. Si l'on relie les fils 1 et 2 respectivement aux plaques a et b, le contraire a lieu; le champ est *interférent* quand le pont p est enlevé et devient ordinaire (le résonateur est alors influencé) quand le pont p est en place.

» L'expérience montre qu'il n'est pas nécessaire de tendre depuis l'excitateur jusqu'au résonateur les deux fils 1, 2 pour que le phénomène se produise. Il suffit que les fils soient distincts, au départ, jusqu'au delà de la longueur additionnelle lmn et, à l'arrivée, sur une longueur égale à la demi-longueur d'onde correspondant au résonateur employé.

» On peut également faire servir le même fil unique à relier ainsi plu-

---

(1) *Comptes rendus,* 28 mars 1898.

(2) *Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* p. 53; 4 avril 1895.

sieurs systèmes de plaques a, a' munies de fils dont l'un comprend une longueur additionnelle différente pour chaque système, à plusieurs réso-

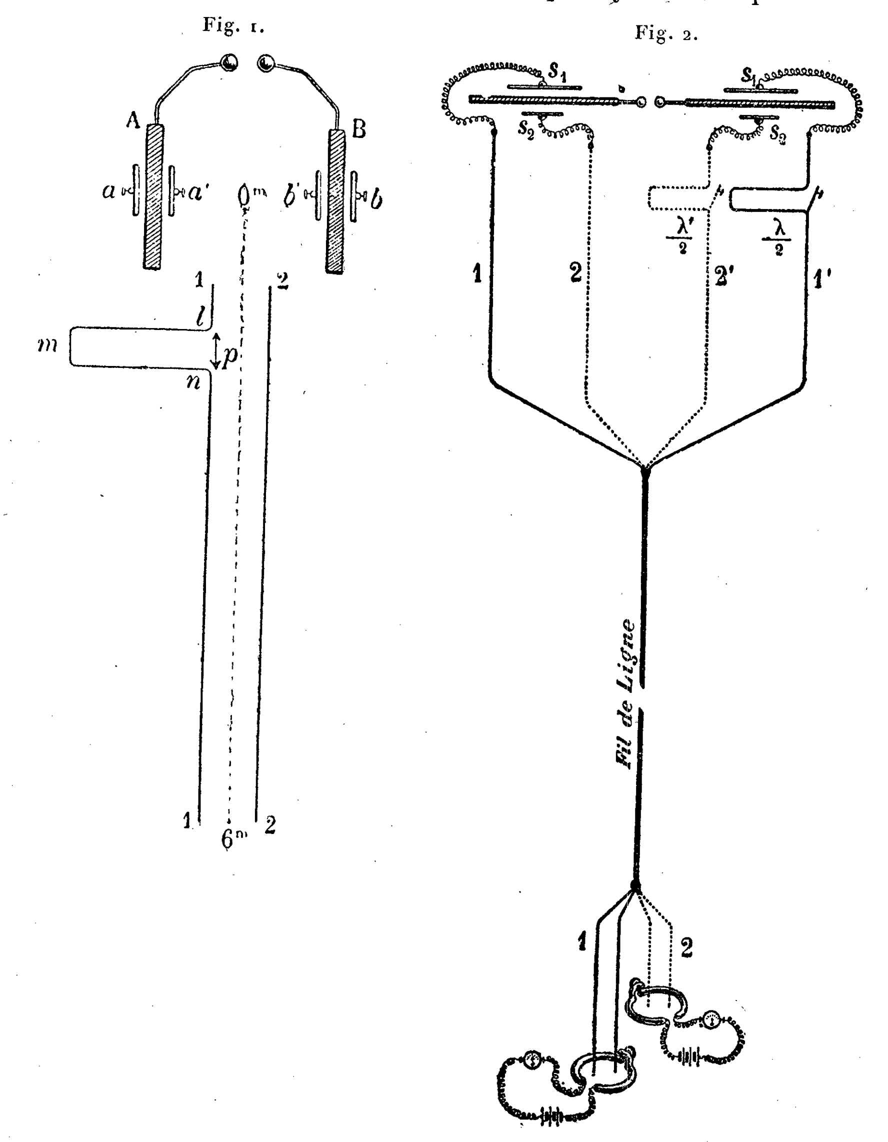


Fig. 1. Fig. 2.

nateurs de longueurs différentes et correspondant aux longueurs additionnelles choisies. La *fig.* 2 indique le dispositif pour deux résonateurs différents, correspondant aux longueurs d'onde λ et λ'. Suivant que les ponts qui commandent les longueurs additionnelles $\frac{\lambda}{2}$ et $\frac{\lambda'}{2}$ sont ou tous deux

ouverts, ou tous deux fermés, ou l'un ouvert et l'autre fermé, les deux résonateurs sont, ou tous deux influencés, ou tous deux muets, ou l'un muet et l'autre influencé. On conçoit qu'on puisse ainsi actionner *à distance et simultanément* un ou plusieurs résonateurs faisant partie d'une série de ces appareils distribués le long du fil de ligne. Si ces résonateurs sont à coupure, on peut utiliser leur fonctionnement à l'entretien par une pile locale d'un appareil télégraphique quelconque ou d'un téléphone; il suffit que le pont qui commande le résonateur à influencer soit invariablement lié au dispositif transmetteur du télégraphe que l'on utilise.

» Des essais ont été faits en mars-juin 1898 à l'aide d'une ligne aérienne de 170^m disposée autour des bâtiments de la station centrale d'électricité de Bordeaux-les-Chartrons. Pour l'établissement de cette ligne on n'avait pris d'autres soins d'isolement que ceux en usage dans la disposition des lignes télégraphiques ordinaires. Les expériences furent faites entre trois postes : l'un A situé à l'une des extrémités de la ligne, l'autre B situé aux deux tiers de sa longueur, le troisième C situé à l'autre extrémité. Ces essais, dont quelques-uns furent réalisés en temps de pluie, ont permis la communication simultanée et indépendante, à l'aide de cinq résonateurs accordés, entre A et B, A et C et B et C. Deux de ces résonateurs étaient complets, on lisait les signaux par l'observation même des étincelles; les trois autres étaient à coupure et entretenaient deux électro-aimants et un téléphone. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur les rayons cathodiques simples.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, Tome CXXVII, p. 318), M. Goldstein, astronome physicien à l'observatoire de Berlin, complète ses premières remarques sur les phénomènes cathodiques que nous avons étudiés l'un et l'autre (voir *Comptes rendus*, t. CXXVI : Goldstein, p. 1199, Deslandres, p. 1323), et ouvre ensuite une discussion sur un point nouveau. M. Goldstein, comme on sait, soutient depuis 1875 une polémique avec M. Crookes au sujet de l'origine des rayons cathodiques, qu'il attribue à des ondulations, alors que M. Crookes défend la théorie dite *de l'émission*. La question nouvelle soulevée intéresse les deux théories en présence : elle se rapporte à la dépendance exacte entre l'état électrique de la cathode et les propriétés des rayons émis.

» Je présente mon opinion et mes résultats sur les points mis en cause, dans l'ordre adopté par M. Goldstein, en rappelant que les propriétés des gaz raréfiés ont un grand intérêt pour les astronomes, et que les phénomènes cathodiques fournissent une explication simple de la couronne solaire et des comètes.

» 1° M. Goldstein a annoncé le premier, en 1880, que la déflexion (ou répulsion d'un rayon cathodique par une cathode) ne se produit plus, lorsqu'un corps solide est interposé. J'ai indiqué ensuite une expérience qui, dans une certaine mesure, est contraire à ce résultat. La seconde cathode étant entourée d'un cylindre de verre épais, le rayon qui passe à côté se divise nettement en deux parties : une partie intense non déviée, et une partie faible nettement repoussée. M. Goldstein répond qu'une cathode nouvelle s'est formée sur le verre extérieur et produit la répulsion observée. Je trouve aussi cette explication très plausible; mais j'ajoute que la cause première de la nouvelle cathode extérieure est la cathode métallique intérieure; il n'est donc plus permis de soutenir que cette dernière cathode est sans action sur le rayon. A mon avis, l'énoncé primitif du résultat doit être complété ou modifié.

» La différence entre les deux résultats ne tient pas à l'appareil d'excitation qui est la bobine d'induction dans les deux cas, mais surtout à la méthode d'observation. M. Goldstein emploie des tubes très simples, sans écrans spéciaux, dont toutes les parois sont fortement illuminées, et il note seulement les variations générales de l'ombre, lorsque la seconde cathode et le corps solide entrent en jeu. On reconnaît ainsi facilement l'ensemble du phénomène, mais les rayons enchevêtrés ou faibles peuvent échapper. Dans mes expériences, j'ajoute autour des deux cathodes des écrans larges percés d'une fente ou d'un trou très étroit, de manière à isoler un faisceau cathodique très mince, et à éliminer le reste du rayonnement. La paroi reste alors sombre dans la partie intéressante, et les moindres divisions ou déviations du faisceau sont nettement décelées.

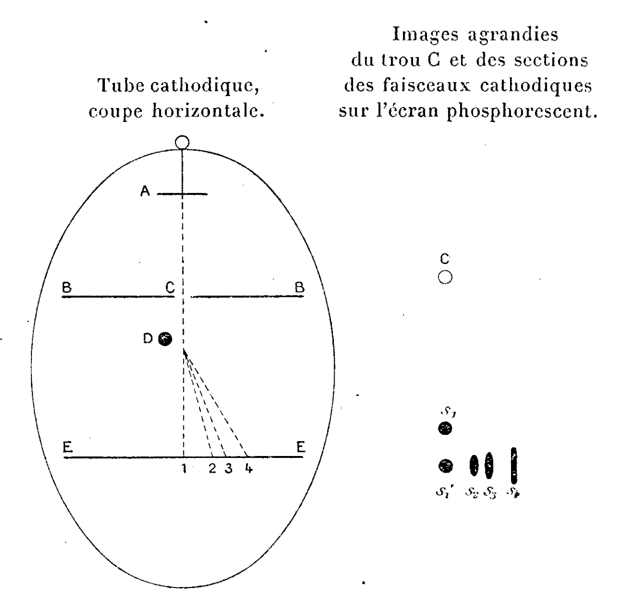
» 2° M. Goldstein maintient une première réclamation de priorité au sujet de l'étalement du rayon repoussé dans le sens perpendiculaire à sa répulsion. A l'appui, il juxtapose, dans sa dernière Note, le résumé de ses résultats sur la question, publiés en 1880, et le passage correspondant de ma dernière Note de 1897, passage très court et formé de trois lignes seulement. Mais un passage, séparé de ceux qui le précèdent, peut perdre son sens réel. Je suis obligé, tout en rendant un juste hommage aux travaux de M. Goldstein, de présenter avec détails mon propre résultat pour montrer qu'il est réellement distinct des résultats antérieurs.

» Dans sa dernière Note, M. Goldstein déclare avoir publié : 1° Qu'un faisceau repoussé s'étale perpendiculairement à la déviation (p. 89-91 de son Livre); 2° Qu'un faisceau est d'autant plus dévié qu'il est plus voisin de la cathode repoussante (p. 85); 3° Qu'il s'étale d'autant plus qu'il est plus voisin de cette cathode (p. 87).

» D'autre part, je cite textuellement le passage de ma Note, relatif au même sujet, mais en ajoutant la première phrase non reproduite par M. Goldstein : « Autre fait » curieux constaté avec le trou. Le rayon dévié par une capacité s'étale dans le sens per-

» pendiculaire à la déviation, d'autant plus que le rayon est plus dévié ». (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 375.)

» Au premier abord, les deux résultats peuvent paraître identiques. Cependant les rayons dont M. Goldstein compare l'étalement sont des rayons observés uniques à des époques différentes, et de plus sont *inégalement* voisins de la cathode repoussante. D'autre part, si on lit la portion entière de ma Note qui relate les faits observés avec le trou, on reconnaît qu'il s'agit de rayons cathodiques particuliers, appelés *simples* et formant un *spectre* cathodique. Ces rayons dont on compare l'étalement apparaissent simultanément et inégalement déviés, et de plus sont *également* voisins de la cathode repoussante. Ils échappent aux règles posées précédemment par M. Goldstein, et le phénomène diffère de ceux observés antérieurement. Le dessin schématique ci-contre en reproduit toutes les circonstances. Il peut être comparé utilement aux dessins du Livre de M. Goldstein, relatif au même sujet.



A, cathode plane.
BB, écran percé du trou C.
D, fil vertical qui est l'électrode repoussante (¹).
EE, écran phosphorescent divisé.
AC1, trajectoire du faisceau et S1 section du faisceau sur l'écran phosphorescent, lorsque D est isolé.
AC1, AC2, AC3, AC4, trajectoires des faisceaux multiples obtenus; S1', S2, S3, S4, sections de ces faisceaux sur l'écran EE, lorsque l'électrode D est reliée à la Terre.

(¹) Sur le dessin, le fil D n'est pas à sa place réelle. Il doit être en face du point à partir duquel les rayons 1, 2, 3, 4 se séparant.

» 3° Mes recherches sur la déflexion se distinguent en effet de toutes les recherches antérieures, faites le plus souvent aussi avec la bobine d'induction, par le résultat suivant : en général, un rayon repoussé se divise en plusieurs rayons repoussés [ap-

pelés par moi rayons *simples* (¹)]. Ce résultat est dû aux précautions énumérées plus haut, à l'emploi de larges écrans percés de fentes étroites. Cependant, au début, il a été présenté en Allemagne (von E. WIEDEMAN, *Beiblätter*, p. 650 et 780; 1897) comme obtenu antérieurement par M. Goldstein. Après un échange d'explications, M. Wiedeman a bien voulu reconnaître et rectifier cette erreur (*Beiblätter*, p. 443; 1898).

» En résumé, la division du rayon ordinaire en rayons simples et la substitution d'un rayon simple unique au spectre ordinaire de rayons simples dans trois cas distincts avec la bobine d'induction, constituent des faits nouveaux que je revendique, et qui sont indiscutables. Mais sur leur interprétation et les conséquences théoriques à en tirer, les opinions peuvent différer, surtout lorsque d'autres faits nouveaux viennent se joindre aux premiers. J'ai attribué la déflexion (²) aux potentiels des deux cathodes et à l'oscillation électrique d'origine. M. Goldstein estime pouvoir tout expliquer par les seules variations du potentiel, sans faire intervenir l'oscillation. Mais la place manque ici pour discuter ces points importants, et, d'autre part, l'étude expérimentale du phénomène est, à mon avis, encore incomplète. Je me bornerai aux remarques suivantes.

» J'ai écrit que les rayons simples correspondent à des oscillations électriques simples. J'ai été conduit, en effet, à penser que le rayon porte en lui quelque chose qui est lié à l'oscillation; dans la théorie de l'émission, par exemple, l'atome a une vitesse de translation qui est due au potentiel d'émission; j'admets qu'il a en plus une vitesse de rotation ou de vibration due à l'oscillation et ayant à peu près sa période. La vibration hertzienne transversale qui se propage dans la direction de l'atome agirait sur lui, au moins dans l'espace obscur cathodique, qui, d'après les belles recherches de MM. Wiedeman et Schmidt, est facilement traversé par les rayons hertziens. Mais cette dépendance entre le rayon cathodique et l'os-

---

(¹) Dans mes expériences, le rayon qui se divise est placé dans un champ électrique variable qui suit les oscillations de la source électrique et de la cathode. Plus tard (*Philosoph. Mag.*, septembre 1897), M. J.-J. Thomson a montré que la même division avait lieu dans un champ électrique constant. D'ailleurs, dans les expériences de M. J.-J. Thomson, le champ variable intervient aussi dans une certaine mesure.

(²) J'ai indiqué avant MM. Kauffman et Aschkinass, quoique d'une manière moins précise, la loi qui relie la déflexion des rayons au potentiel de l'électrode repoussante (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 946). M. Goldstein a indiqué aussi une règle analogue, mais sans recourir au mot potentiel (p. 122-126 de son Livre).

cillation n'est pas présentée comme certaine, et encore moins la rotation de l'atome.

» M. Goldstein admet que les rayons simples sont émis successivement. J'ai présenté déjà la même idée dans la Note où j'ai annoncé la découverte de ces rayons (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 946) : « Les rayons inégale- » ment déviés ont-ils la même vitesse de propagation? Sont-ils émis suc- » cessivement ou simultanément? La difficulté des observations dans le » vide ne permet pas une réponse immédiate ». Or, à ma connaissance, la question n'a pas encore été tranchée par l'expérience.

» M. Goldstein suppose que les machines électriques à influence et les batteries de piles ont toujours, aux bornes, un potentiel constant. Or récemment, M. Trowbridge a étudié directement, avec un miroir tournant, l'étincelle obtenue avec une batterie de 2500 accumulateurs et a trouvé que la décharge était toujours oscillante. (*Philosophical Magazine*, p. 700; 1897.)

» M. Goldstein, pour expliquer les déflexions variables par des potentiels variables, s'appuie sur les résultats de MM. Kauffmann et Aschkinass, mais les cite incomplètement. Il rappelle que la déflexion est proportionnelle au potentiel de la cathode repoussante; on doit ajouter qu'elle est inversement proportionnelle au potentiel de la cathode d'émission. *A priori* donc, lorsque les deux cathodes sont reliées par un fil métallique, la déflexion ne doit pas dépendre du potentiel ([1]). Cependant plusieurs petites causes de désaccord, non encore signalées, peuvent exister entre les cathodes; mais suffisent-elles à tout expliquer ([2])?

» M. Goldstein critique l'emploi des termes *rayons cathodiques simples*,

---

([1]) Ce résultat est d'ailleurs en accord avec la loi expérimentale énoncée par M. Goldstein (p. 219 de son Livre). C'est pourquoi M. de Geitler qui, pour expliquer ses curieuses expériences (*Wiedeman's Annalen*, t. LXI), a invoqué le premier les variations de potentiel aux cathodes, a présenté cette explication avec de grandes réserves.

([2]) Parmi ces causes, on peut citer : 1° le temps mis par le rayon pour aller d'une cathode à l'autre; 2° une disproportion entre les capacités des cathodes complétées par les conducteurs attenants, d'une part, et les débits ou pouvoirs émissifs de ces cathodes, d'autre part; 3° lorsque l'électrode repoussante n'est pas reliée à la cathode, les différences entre les périodes d'oscillation propres aux diverses parties du système et déjà invoquées dans mes Notes précédentes.

Il convient d'attribuer à ces causes les différences de nature périodique, que j'ai

spectre et dispersion cathodiques, comme impliquant des analogies non justifiées avec la lumière ordinaire. Mais, dans son hypothèse, les rayons simples sont dus à des potentiels différents et donc ont des vitesses de propagation différentes; de plus ils sont successifs. Or les rayons simples de la lumière ordinaire, qui ont traversé un corps transparent, même gazeux, sont justement dans le même cas. Les analogies sont nettes au contraire ([1]). »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle substance fortement radio-active, contenue dans la pechblende* ([2]). Note de M. **P. Curie**, de Mme **P. Curie** et de M. **G. Bémont**, présentée par M. Becquerel.

« Deux d'entre nous ont montré que, par des procédés purement chimiques, on pouvait extraire de la pechblende une substance fortement radio-active. Cette substance est voisine du bismuth par ses propriétés analytiques. Nous avons émis l'opinion que la pechblende contenait peut-être un élément nouveau, pour lequel nous avons proposé le nom de *polonium* ([3]).

» Les recherches que nous poursuivons actuellement sont en accord avec les premiers résultats obtenus; mais, au courant de ces recherches, nous avons rencontré une deuxième substance fortement radio-active et entièrement différente de la première par ses propriétés chimiques. En effet, le polonium est précipité en solution acide par l'hydrogène sulfuré; ses sels sont solubles dans les acides, et l'eau les précipite de ces dissolutions; le polonium est complètement précipité par l'ammoniaque.

» La nouvelle substance radio-active que nous venons de trouver a toutes les apparences chimiques du baryum presque pur : elle n'est précipitée ni par l'hydrogène sulfuré, ni par le sulfure d'ammonium, ni par

---

signalées entre les déviations des rayons simples dues à la déflexion et les déviations dues au champ magnétique (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 375) et, inversement, l'étude de ces différences peut permettre de remonter aux causes.

([1]) M. Goldstein exagère donc lorsqu'il appelle la dispersion des rayons cathodiques une soi-disant dispersion, comparable à la dispersion par un miroir tournant.

([2]) Ce Travail a été fait à l'École municipale de Physique et Chimie industrielles.

([3]) M. P. Curie et Mme P. Curie, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 175.

l'ammoniaque; le sulfate est insoluble dans l'eau et dans les acides; le carbonate est insoluble dans l'eau; le chlorure, très soluble dans l'eau, est insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré et dans l'alcool. Enfin cette substance donne le spectre du baryum, facile à reconnaître.

» Nous croyons néanmoins que cette substance, quoique constituée en majeure partie par le baryum, contient en plus un élément nouveau qui lui communique la radio-activité et qui, d'ailleurs, est très voisin du baryum par ses propriétés chimiques.

» Voici les raisons qui plaident en faveur de cette manière de voir :

» 1° Le baryum et ses composés ne sont pas d'ordinaire radio-actifs; or, l'un de nous a montré que la radio-activité semblait être une propriété atomique, persistante dans tous les états chimiques et physiques de la matière ([1]). Dans cette manière de voir, la radio-activité de notre substance n'étant pas due au baryum doit être attribuée à un autre élément.

» 2° Les premières substances que nous avons obtenues avaient, à l'état de chlorure hydraté, une radio-activité 60 fois plus forte que celle de l'uranium métallique (l'intensité radio-active étant évaluée par la grandeur de la conductibilité de l'air dans notre appareil à plateaux). En dissolvant ces chlorures dans l'eau et en en précipitant une partie par l'alcool, la partie précipitée est bien plus active que la partie restée dissoute. On peut, en se basant sur ce fait, opérer une série de fractionnements permettant d'obtenir des chlorures de plus en plus actifs. Nous avons obtenu ainsi des chlorures ayant une activité 900 fois plus grande que celle de l'uranium. Nous avons été arrêtés par le manque de substance, et, d'après la marche des opérations, il est à prévoir que l'activité aurait encore beaucoup augmenté, si nous avions pu continuer. Ces faits peuvent s'expliquer par la présence d'un élément radio-actif, dont le chlorure serait moins soluble dans l'eau alcoolisée que celui de baryum.

» 3° M. Demarçay a bien voulu examiner le spectre de notre substance, avec une obligeance dont nous ne saurions trop le remercier. Les résultats de son examen sont exposés dans une Note spéciale à la suite de la nôtre. M. Demarçay a trouvé dans le spectre une raie qui ne semble due à aucun élément connu. Cette raie, à peine visible avec le chlorure 60 fois plus actif que l'uranium, est devenue notable avec le chlorure enrichi par fractionnement jusqu'à l'activité de 900 fois l'uranium. L'intensité de cette

---

([1]) Mme P. Curie, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1101.

raie augmente donc en même temps que la radio-activité, et c'est là, pensons-nous, une raison très sérieuse pour l'attribuer à la partie radio-active de notre substance.

» Les diverses raisons que nous venons d'énumérer nous portent à croire que la nouvelle substance radio-active renferme un élément nouveau, auquel nous proposons de donner le nom de *radium*.

» Nous avons déterminé le poids atomique de notre baryum actif, en dosant le chlore dans le chlorure anhydre. Nous avons trouvé des nombres qui diffèrent fort peu de ceux obtenus parallèlement avec le chlorure de baryum inactif; cependant les nombres pour le baryum actif sont toujours un peu plus forts, mais la différence est de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

» La nouvelle substance radio-active renferme certainement une très forte proportion de baryum; malgré cela, la radio-activité est considérable. La radio-activité du radium doit donc être énorme.

» L'uranium, le thorium, le polonium, le radium et leurs composés rendent l'air conducteur de l'électricité et agissent photographiquement sur les plaques sensibles. A ces deux points de vue, le polonium et le radium sont considérablement plus actifs que l'uranium et le thorium. Sur les plaques photographiques on obtient de bonnes impressions avec le radium et le polonium en une demi-minute de pose; il faut plusieurs heures pour obtenir le même résultat avec l'uranium et le thorium.

» Les rayons émis par les composés du polonium et du radium rendent fluorescent le platinocyanure de baryum; leur action, à ce point de vue, est analogue à celle des rayons de Röntgen, mais considérablement plus faible. Pour faire l'expérience, on pose sur la substance active une feuille très mince d'aluminium, sur laquelle est étalée une couche mince de platinocyanure de baryum; dans l'obscurité, le platinocyanure apparaît faiblement lumineux en face de la substance active.

» On réalise ainsi une source de lumière, à vrai dire très faible, mais qui fonctionne sans source d'énergie. Il y a là une contradiction, tout au moins apparente, avec le principe de Carnot.

» L'uranium et le thorium ne donnent aucune lumière dans ces conditions, leur action étant probablement trop faible ([1]). »

([1]) Qu'il nous soit permis de remercier ici M. Suess, Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Vienne. Grâce à sa bienveillante intervention, nous avons

PHYSIQUE. — *Sur le spectre d'une substance radio-active.* Note de M. **Eug. Demarçay.**

« M. et Mme Curie m'ont prié d'examiner, au point de vue spectral, une substance contenant surtout du chlorure de baryum et dans laquelle ils admettent, pour des raisons développées ailleurs, la présence d'un nouvel élément. Cette substance, dissoute dans de l'eau distillée faiblement acidulée d'HCl et soumise à l'action de l'étincelle de ma bobine à gros fil, fournit un spectre brillant qui a été photographié. J'ai préparé ainsi deux clichés avec deux temps de pose, l'un double de l'autre. Ces deux clichés ont donné du reste, à l'intensité près des raies, identiquement le même résultat. Je les ai mesurés et j'ai pu voir :

» 1° Le baryum représenté avec une grande intensité par ses raies fortes et faibles;

» 2° Le plomb reconnaissable à ses principales raies assez faibles du reste ;

» 3° Le platine dû aux électrodes et les raies principales du calcium dues au solvant;

» 4° Une *raie notable* plus forte que les raies faibles du baryum ayant pour λ : 3814,8 (échelle Rowland). Cette raie ne me paraît pouvoir être attribuée à aucun élément connu : d'abord, parce que l'on ne relève sur les clichés en question aucune autre raie que celles déjà énumérées, sauf quelques faibles raies de l'air, ce qui exclut tous les autres corps simples qui n'ont, au plus, que d'assez faibles raies dans le voisinage de 3814 ; en second lieu, et par surcroît, parce que le mode de purification employé pour la substance exclut précisément la présence de ceux qui pourraient la causer (Fe, Cr, Co, Ni, ...) et qui, en outre, ne se manifestent par aucune raie faible ou forte. Le baryum, non plus que le plomb, ne donnent d'ailleurs, comme je m'en suis assuré, point de raie qui coïncide avec celle-là.

» Elle a été mesurée par rapport aux deux raies du platine 3818,9 et 3801,5 qui la comprennent. Elle est voisine et distincte d'une raie d'intensité modérée du bismuth.

» *Conclusion.* — La présence de la raie 3814,8 confirme l'existence, en petite quantité, d'un nouvel élément dans le chlorure de baryum de M. et Mme Curie. »

---

obtenu du gouvernement autrichien l'envoi, à titre gracieux, de 100kg d'un résidu de traitement de pechblende de Joachimsthal, ne contenant plus d'urane, mais contenant du polonium et du radium. Cet envoi facilitera beaucoup nos recherches.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur la séparation et le dosage des éléments halogènes dans leurs combinaisons avec l'argent.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« Il importe parfois de pouvoir analyser avec précision les mélanges de chlorure, de bromure et d'iodure d'argent. Les incertitudes et les longueurs des moyens utilisés jusqu'à ce jour (méthodes par réduction, par sulfuration, par transformation, ou par différences de solubilité) sont trop connues pour que j'insiste. Aussi ai-je cherché, en vue d'une solution pratique, à mettre encore à profit l'emploi des oxydants, qui nous avait si bien réussi à M. P. Rivals et à moi dans le cas des sels alcalins. Mais le procédé utilisable avec les composés solubles n'est plus possible ici. En liqueur neutre, le permanganate n'a aucune action sur les dérivés halogénés de l'argent, et la présence de sels de cuivre, cela se conçoit de reste, ne saurait modifier les conditions.

» J'ai donc tenté d'oxyder ces combinaisons en milieu acide, et tout d'abord en opérant avec le produit humide.

» Le premier essai a été fait à l'aide du permanganate en présence d'acide nitrique ($D = 1,34$, environ 38° Baumé). Sous l'influence de cet oxydant, l'iodure se transforme en iodate et se dissout sans perte d'iode; le bromure s'attaque également à froid, ainsi que le prouve le dégagement de brome; pour le chlorure seul, il faut chauffer pour qu'il y ait action *sensible,* et c'est du chlore qui est mis en liberté. Toutefois, à la température ordinaire, l'oxydation du bromure est encore très lente et, en plus du brome qui se dégage, il se forme de petites quantités d'acide bromique qui reste dans le liquide. A chaud, l'inconvénient disparaît, parce qu'à 80° déjà l'acide bromique est détruit par l'acide nitrique fort et que tout le brome devient libre, en même temps que l'action est plus active. Mais la décomposition de l'acide permanganique, déjà rapide à froid, s'accélère tellement si l'on chauffe, qu'elle est souvent terminée avant que l'attaque des sels d'argent soit complète.

» En remplaçant le permanganate par le bichromate de potassium, dont l'acide est relativement plus stable, le résultat n'a pas été meilleur, parce que, si la transformation de l'iodure en iodate se fait encore aisément, le bromure et surtout le chlorure ne sont oxydés que fort lentement même à 100°.

» J'ai donc été amené en dernier lieu à substituer à l'acide nitrique l'acide sulfurique, qui, avec le bichromate, donne de l'acide chromique libre et forme ainsi avec ce sel un mélange oxydant bien plus énergique que celui qu'on obtient avec l'acide azotique, qui ne fournit guère que des polychromates.

» Le mélange chromosulfurique agit déjà à la température ordinaire sur les trois sels; et si l'on chauffe, leur dissolution s'effectue rapidement. C'est ce qui se produit au bain-marie vers 90°-95°, lorsqu'on traite $0^{gr},3$-$0^{gr},4$ de précipité par 25^{cc} à 30^{cc} d'acide sulfurique à 64°-65° B., contenant en dissolution 2^{gr} de bichromate de potassium. Comme avec les mélanges oxydants précédents, le chlore et le brome sont mis en liberté, et entièrement, tandis que l'iodure se transforme intégralement en iodate, sans trace d'iode libre. En effet, si après la disparition du sel d'argent mis en essai, on ajoute de l'eau (300^{cc} à 400^{cc} par 25^{cc} à 30^{cc} d'acide employé), on ne peut déceler dans le liquide ni chlore ni brome, sous quelque forme que ce soit, tandis que, dans le cas de l'iodure, il est aisé de constater qu'on y trouve la totalité de l'élément halogène, car si l'on réduit l'iodate (resté en dissolution grâce à la forte acidité et à l'élévation de température) par le gaz sulfureux et en portant finalement à l'ébullition avec un peu d'acide nitrique pour chasser l'excès du réducteur, on peut vérifier que, dans le liquide filtré de l'iodure régénéré, il ne reste pas trace d'argent : une preuve que tout le métal a été réemployé pour former de l'iodure et, par suite, que le poids d'iode en présence était resté rigoureusement le même.

» Ces faits établis, la séparation et le dosage de l'iode dans les sels halogénés d'argent semblaient donc réalisables à l'aide du bichromate et de l'acide sulfurique. C'est ce que l'expérience a vérifié sur des mélanges synthétiques.

» Pour opérer, on filtre le précipité sur du coton de verre contenu dans un tube *très mince*, étiré en pointe à l'une de ses extrémités et servant ainsi d'entonnoir. On introduit ensuite le tout dans le ballon à réaction, où l'on brise le tube par agitation; en procédant ainsi, on évite toute perte de matière. On verse alors la solution chromosulfurique froide, on ferme et l'on opère le mélange à l'aide d'un mouvement giratoire; puis on ajuste le condensateur à boules muni de lessive alcaline et l'on relie le ballon à la trompe qui fournira le courant d'air. En chauffant au bain d'eau à 90°-95°, si le sel n'a pas été desséché, l'opération est terminée en vingt-cinq à trente minutes, et tout le sel d'argent est dissous, le chlore et le brome ayant été amenés par la circulation d'air dans le liquide alcalin du condensateur. On doit éviter l'emploi d'une trop haute température, aussi bien à cause de la destruction de l'acide chromique par l'acide sulfurique, sans profit pour l'oxydation, que des vapeurs que donnerait ce dernier.

» J'inscris ici les résultats obtenus pour des mélanges d'iodure d'argent faits soit avec le chlorure, soit avec le bromure.

AgI employés	AgCl employés	AgBr employés	SO^4H^2 ajouté	$Cr^2O^7K^2$ ajouté	Durée d'opération	AgI retrouvés	AgCl retrouvés	AgBr retrouvés
gr	gr	gr	cc	gr	min	gr	gr	gr
0,1357	0,0382	»	25	2	45	0,1354	0,0382	»
0,1357	0,2865	»	30	2	45	0,1353	0,2862	»
0,1357	»	0,2040	30	2	40	0,1351	»	0,2035
0,1357	»	0,0408	25	2	40	0,1354	»	0,0404

» Pour doser l'iode, le résidu du ballon est dissous dans l'eau (300^{cc} à 350^{cc}) : on filtre le liquide chaud des débris de verre qu'il contient et l'on réduit par un léger excès de gaz sulfureux en portant à l'ébullition. L'iodure d'argent a souvent une teinte grise due à une petite quantité d'argent métallique pulvérulent, provenant de la réduction du sulfate d'argent qui s'est formé lors de la décomposition du chlorure et du bromure. On enlève cet argent en faisant bouillir le tout pendant quelques minutes, après addition d'acide azotique, jusqu'à ce que l'iodure ait repris sa teinte jaune.

» En terminant, je ferai remarquer que, si l'on abandonne à lui-même, c'est-à-dire au refroidissement, le liquide obtenu en ajoutant de l'eau à l'acide chromosulfurique, il se dépose souvent une substance cristalline orangée; c'est un chromate d'argent résultant de l'action de l'acide chromique sur le sulfate en présence et qui se forme d'autant mieux qu'il y a plus de sulfate d'argent et plus d'acide chromique; d'où une raison pour éviter l'emploi d'un trop grand excès de bichromate, parce que, quand le sel d'argent mis en analyse renferme de l'iodure, ce chromate est fréquemment mélangé d'iodate, également peu soluble à froid. Comme le chromate se redissout difficilement, même dans l'eau bouillante acidulée, le mieux, s'il se formait un dépôt de ce sel sur le filtre, est de le redissoudre, après lavage, dans l'ammoniaque, où le chromate comme l'iodate sont très solubles, puis d'ajouter à cette solution du gaz sulfureux, et de chauffer après avoir acidifié. S'il se forme de l'iodure d'argent, on le réunit à celui retiré des eaux-mères. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydants sur quelques amines grasses et aromatiques*. Note de MM. **Œchsner de Coninck** et **A. Combe** [1].

« Nous avons d'abord essayé l'action de l'acide chromique et du bichromate de potassium, en solutions aqueuses concentrées, sur les chlorhydrates de méthylamine et d'éthylamine. L'action est extrêmement faible. Nous avons alors ajouté un peu d'acide sulfurique étendu aux solutions de bichromate, et un peu de potasse en lessive aux solutions d'acide chromique; à froid, il n'y a pas de réaction; mais, si l'on chauffe progressivement, on constate qu'il y a légère décomposition et que les gaz dégagés renferment CO^2, Cl, Az.

» Nous avons alors essayé l'action du mélange chromique. Nous versions, sur le chlorhydrate d'amine, une solution saturée de bichromate, puis l'acide sulfurique, tantôt pur, tantôt étendu de 1 ou 2 volumes d'eau. Les gaz étaient dégagés, à l'abri de l'air, sur la cuve à eau.

---

(1) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier, décembre 1898.

» L'analyse des gaz a été faite par le procédé ordinaire; les résultats volumétriques sont rapportés à 20cc.

» Voici les nombres trouvés pour le chlorhydrate de méthylamine :

I.	Cl = 9,5cc	CO^2 = 3cc	Az = 7cc	O + air = 0,5cc
II.	Cl = 9,5	CO^2 = 3,5	Az = 6,5	O + air = 0,5
III.	Cl = 9	CO^2 = 3,5	Az = 7	O + air = 0,5

» On peut donc écrire

$$CH^3.AzH^2.HCl + 5O = Az + 3H^2O + CO^2 + Cl.$$

» Le chlorhydrate d'éthylamine a donné des résultats semblables; la réaction s'effectue en deux phases : tout d'abord, il se dégage du chlore et de l'azote; CO^2 apparaît plus tard :

I.	Cl = 12,5cc		Az = 7,5cc	
II.	Cl = 11,5		Az = 8,5	
III.	Cl = 9,5	CO^2 = 3cc	Az = 7	O + air = 0,5cc
IV.	Cl = 9,5	CO^2 = 4	Az = 6	O + air = 0,5
V.	Cl = 9	CO^2 = 5,0	Az = 5,5	O + air = 0,5

» On a donc

$$C^2H^5.AzH^2.HCl + 8O = Az + 2CO^2 + 4H^2O + Cl.$$

» Nous avons ensuite décomposé le chlorure d'ammonium par un mélange chromique très concentré :

I.	Cl...... 7cc,5	O....... 2cc,5	Az...... 10cc
II.	Cl...... 8cc,5	O....... 2cc	Az...... 9cc,5

Nous avons vérifié qu'il ne se formait ni protoxyde, ni bioxyde d'azote.

» *a. Action du mélange chromique sur les amines aromatiques.* — Nous avons étudié cette réaction, au point de vue de la formation des composés gazeux, sans nous occuper des matières colorantes.

» *Chlorhydrate d'aniline.* — Ce sel laisse dégager une grande quantité de CO^2 pur ; il en est de même de l'aniline pour couleurs. Voici une analyse, rapportée à 20cc :

CO^2............	19,6	O + air..........	0,4

» Les résultats sont les mêmes avec l'ortho- et la paratoluidine, la β-naphtylamine, la diphénylamine, les trois phénylène-diamines (employées à l'état de chlorhydrates) et la rosaniline.

» *L'acide sulfanilique* est instantanément détruit par le mélange chromique ; il se dégage des torrents d'acide carbonique : c'est une expérience de cours.

» *La benzylamine,* outre CO^2, fournit une quantité notable d'aldéhyde benzoïque.

» *La pipéridine* est légèrement attaquée à chaud par le mélange chromique. Dans une expérience, il s'est dégagé 5^{cc} de gaz dont $3^{cc},5$ immédiatement absorbables par KHO. Cet alcaloïde présente donc une résistance bien supérieure à celle des amines aromatiques, vis-à-vis du réactif oxydant le plus énergique peut-être que nous connaissions.

» CONCLUSIONS. — En présence des oxydants très énergiques, les amines grasses sont décomposées peu à peu, avec mise en liberté d'Az et de CO^2; il ne se forme pas de matières colorantes.

» Dans les mêmes conditions, les amines aromatiques fournissent des matières colorantes et sont décomposées rapidement avec production de CO^2. Quant à leur azote, il s'accumule dans la molécule des dérivés colorants qui prennent naissance. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique de l'acide* normal propylmalonique. *Chaleur de formation du sel de potasse à l'état solide*. Note de M. G. MASSOL.

« L'acide sur lequel j'ai opéré a été préparé synthétiquement, par l'action de l'iodure de propyle normal sur l'éther malonique sodé et purifié par cristallisation dans l'éther. Il est anhydre et fond à 93°, 5.

» I. *Chaleur de dissolution dans l'eau*. — L'acide anhydre se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur ($pm = 146^{gr}$ dans 2^{lit}) : $+ 3^{Cal},16$.

» II. *Chaleur de neutralisation par la potasse :*

				Cal
$C^6H^{10}O^4$ diss.	+ KOH diss.	=	$C^6H^9O^4K$ diss....	+13,92
$C^6H^9O^4K$ diss.	+ KOH diss.	=	$C^6H^8O^4K^2$ diss...	+13,86
$C^6H^{10}O^4$ diss.	+ 2KOH diss.	=	$C^6H^8O^4K^2$ diss...	+27,78

» Le sel neutre de potasse est extrêmement déliquescent et se déshydrate avec la plus grande difficulté (de même que ses homologues : malonate, méthylmalonate, éthylmalonate neutres de potasse). A 135°, il conserve encore 1^{mol} d'eau. La dessiccation complète ne s'obtient qu'en chauffant plusieurs jours à 150°-160° dans un courant d'hydrogène sec.

» Le sel anhydre est très soluble dans l'eau et donne un dégagement de chaleur considérable : $+ 6^{Cal},06$ ($pm = 222^{gr}$ dans 8^{lit}).

» III. *Chaleur de formation du sel neutre solide*, à partir de l'acide solide et de la potasse solide :

$$C^6H^{10}O^4 \text{ sol.} + 2KOH \text{ sol.} = C^6H^8O^4K^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol} \ldots\ldots + 46^{Cal},34.$$

» Ce nombre, $+46^{Cal},34$, est très voisin de celui que j'ai trouvé pour la chaleur de formation de l'homologue supérieur, l'isoamylmalonate de potasse ($+46^{Cal},69$) ([1]); mais il est inférieur à la chaleur de formation de l'éthylmalonate de potasse ($+48^{Cal},25$) ([2]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits d'oxydation de l'acide oxygluconique*. Note de M. **Léon Boutroux**, présentée par M. Duclaux.

« Dans le procès-verbal du 11 novembre 1898 de la Société Chimique, M. G. Bertrand annonce qu'il a obtenu un acide réducteur dont le sel de chaux ressemble à l'oxygluconate de chaux que j'ai découvert comme produit de l'oxydation de l'acide gluconique et du glucose par une bactérie en présence de la craie. Il ajoute que la formule de cet acide est probablement

$$\begin{array}{c} \quad\quad\quad\quad\quad\;\; \mathrm{H\;\;OH\;\;H} \\ \mathrm{CH^2OH.CO.C{-}C{-}C.COOH} \\ \quad\quad\quad\quad\quad\;\; \mathrm{OH\;\;H\;\;OH} \end{array}$$

» Je considère moi-même cette formule comme devant être celle de l'acide oxygluconique, et la publication de M. G. Bertrand m'oblige à faire connaître, sans plus attendre, mes preuves expérimentales.

» Pour décider si cet acide a une fonction aldéhyde ou kétone, je l'ai oxydé par l'acide nitrique dans les conditions favorables à la production de l'acide saccharique. Après avoir neutralisé la liqueur par le carbonate de potasse, j'ai ajouté de l'acide acétique jusqu'à ce qu'elle en eût fortement l'odeur, et j'ai obtenu, non du saccharate acide de potasse, mais une très petite proportion de racémate acide, caractérisé par l'aspect microscopique des cristaux (plaques rhombiques éteintes, entre les nicols croisés, suivant les diagonales, formes de pierre à aiguiser).

» J'ai recommencé un grand nombre de fois, tantôt avec l'acide libre, tantôt avec l'oxygluconate de chaux, l'oxydation par l'acide nitrique.

» Voici l'un des procédés qui m'ont donné les meilleurs résultats relativement à la séparation des produits :

» 20^{gr} d'oxygluconate de chaux sont mélangés dans un matras à 50^{cc} d'acide nitrique, de densité 1,21, et maintenus dans un bain d'eau réglé à 60°. Il s'établit un dégage-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 526.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 734.

ment de gaz très régulier, qui dure environ sept jours. Il reste une liqueur incolore et des cristaux d'oxalate de chaux. La liqueur est presque neutralisée, à l'ébullition, avec du carbonate de chaux et de l'eau de chaux, puis filtrée bouillante. Par refroidissement, elle dépose une petite quantité de sel, que l'on récolte par fractions successivement déposées. Les précipités sont repris par l'eau bouillante qui n'en dissout qu'une partie et détermine ainsi une nouvelle séparation. La liqueur est additionnée de 2^{vol} d'alcool à 90°, ce qui donne encore un précipité et une liqueur; le précipité est repris par l'eau bouillante, qui ne dissout pas tout, et la liqueur, après avoir été évaporée jusqu'à concentration convenable, est soumise de nouveau au même traitement.

» Ces opérations sont renouvelées jusqu'à ce qu'elles aboutissent, autant que possible, à la production de sels cristallisés ayant, au microscope, un aspect homogène. J'ai isolé les acides suivants :

» *a*. De l'acide racémique, caractérisé par la forme cristalline de son sel de chaux, par le pouvoir rotatoire nul du sel de chaux dissous dans l'acide chlorhydrique, par la réaction de Fenton (*Chem. Soc.*, 1894; *Trans.*, p. 899), et par l'analyse du sel de chaux :

	Calcium pour 100.	Eau perdue à 150°.	Eau perdue à 200°.
I.	15,42	»	25,60
II.	15,35	25,38	»

» Le racémate de chaux $C^4H^4O^6Ca, 4H^2O$ contient :

Calcium. . . . . 15,39 Eau (perdue à 200°). 27,69

» *b*. Un second acide, dont le sel de chaux, presque insoluble à froid, se dissout assez bien dans l'eau bouillante; la solution saturée à l'ébullition abandonne, du jour au lendemain, des cristaux prismatiques. En ajoutant du chlorure de calcium à la solution de sel de potasse, j'ai obtenu, au bout d'un jour, de beaux cristaux, longs d'environ 1^{mm} : ce sont de longs prismes, dont les deux extrémités sont généralement différentes, l'une pointue, l'autre aplatie. Dissous dans l'acide chlorhydrique, il ne précipite pas immédiatement par l'ammoniaque.

» Le sel de potasse est inactif sur la lumière polarisée; il ne réduit pas, à l'ébullition, le nitrate d'argent ammoniacal.

» L'analyse a montré l'existence de deux hydrates différents du sel de chaux :

» Sel précipité de sa solution aqueuse par l'alcool :

Calcium pour 100. . . . . 14,4 Eau perdue à 100°. 17,2

» Ce poids d'eau correspond à 47,7 par atome de calcium, soit près de $3H^2O$. Si

l'on complète $3H^2O$, on trouve, pour 14,4 de calcium, 19,4 d'eau. Ces nombres répondent à la formule du pentanetrioldiolate (trioxyglutarate) $C^5H^6O^7Ca, 3H^2O$, qui exige :

Calcium pour 100........	14,69	Eau...................	19,86

» Sel cristallisé par refroidissement de sa solution bouillante :

Calcium pour 100........	15,94	Eau perdue à 144°-149°...	14,27

» La formule du trioxyglutarate $C^5H^6O^7Ca, 2H^2O$ exige

Calcium................	15,75	Eau....................	14,17

» *c*. Un troisième acide, caractérisé par les propriétés suivantes : son sel de chaux est soluble dans l'eau; il réduit le nitrate d'argent à l'ébullition, et perd cette propriété après qu'on l'a fait bouillir avec de la chaux; les solutions aqueuses des sels neutres de chaux et de baryte donnent respectivement, par l'addition d'eau de chaux et d'eau de baryte, des précipités volumineux.

» Une analyse du sel de baryte, obtenu par précipitation de sa solution aqueuse au moyen de l'alcool, a donné :

Baryum pour 100........	38,28	Eau perdue à 130°.........	8,25

Ce poids d'eau correspond à 29,56 par atome de baryum, soit près de $2H^2O$. Si l'on complète $2H^2O$, on trouve, pour 38,28 de baryum, 10,04 d'eau. Ces nombres répondent à la formule du glyoxylate de baryte $(C^2H^3O^4)^2Ba, 2H^2O$, qui exige

Baryum pour 100........	38,63	Eau...................	10,14

» *d*. Enfin un quatrième acide, insoluble dans l'éther; son sel de chaux, peu soluble dans l'eau, se concrétionne en petites boules microscopiques amorphes. Le sel de baryte a été obtenu en fines aiguilles microscopiques facilement solubles dans l'eau froide. Cet acide est réducteur, lévogyre; ses sels de chaux et de baryte sont dextrogyres.

» Le sel de chaux en boules a donné :

Calcium pour 100...	12,65	Eau perdue à 100°....	8,68

» Ce poids d'eau correspond à 27,46 par atome de calcium, soit près de $2H^2O$. Si l'on complète $2H^2O$, on trouve, pour 12,65 de calcium, 11,38 d'eau. Ces nombres répondent à la formule du butanedioloate (dioxybutyrate) $(C^4H^7O^4)^2Ca, 2H^2O$, qui exige

Calcium pour 100....	12,73	Eau.............	11,46

» Le sel de baryte a donné, séché à 100°, 37,30 et 37,36 pour 100 de baryum; le butanedioloate $(C^4H^7O^4)^2Ba$ exige 36,56.

» L'ensemble des acides obtenus est donc

COOH	COOH	CH^3	CHO
HO.C.H	H.C.OH	H.C.OH	COOH
H.C.OH	HO.C.H	HO.C.H	dérivé de
HO.C.H	COOH	COOH	CH^2OH
COOH			COOH

» Il justifie la formule présentée. Si l'oxydation a fourni l'acide racémique au lieu de l'un des deux acides tartriques actifs, on peut admettre que le long chauffage à 60° en est cause. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Le pouvoir antivirulent du sérum de l'homme et des animaux immunisés contre l'infection vaccinale ou variolique.* Note de MM. **Béclère, Chambon, Ménard** et **Jousset**, présentée par M. Chauveau.

« Sternberg (¹) avait annoncé, en 1892, qu'une goutte de vaccin mélangée à quatre gouttes de sérum d'un veau vacciné depuis deux semaines, a perdu, au bout d'une heure de contact, la propriété de provoquer une éruption vaccinale.

» Nous avons entrepris des recherches expérimentales dans cette voie et successivement étudié le sérum de génisse vaccinée, de cheval vacciné, d'homme vacciné, puis le sérum des convalescents de variole, enfin le sérum des animaux inoculés avec le virus variolique.

» Nos recherches, poursuivies pendant trois ans, nous ont amenés aux conclusions suivantes :

» I. Le sérum de génisse vaccinée, recueilli quatorze jours après l'inoculation, n'est pas doué seulement des propriétés immunisante, préventive et curative, déjà signalées (²). Il exerce, *in vitro,* sur le vaccin, une action qu'on peut qualifier d'*antivirulente* puisque le virus vaccinal, après avoir baigné dans ce sérum, cesse d'être inoculé avec succès et ne produit plus ou presque plus de réaction locale.

(¹) Sternberg, *A manual of Bacteriology,* p. 262; New York, 1892.

(²) Béclère, Chambon et Ménard, *Études sur l'immunité vaccinale et le pouvoir immunisant du sérum de génisse vaccinée* (*Annales de l'Institut Pasteur,* numéro du 25 janvier 1896).

» II. Chez l'homme et chez le cheval, l'inoculation vaccinale donne au sérum des propriétés antivirulentes comme chez la génisse; il est vraisemblable que le même résultat s'observe chez toutes les espèces animales sensibles à cette inoculation.

» III. La vaccination fait apparaître le pouvoir antivirulent du sérum, quelle que soit la voie d'introduction du vaccin dans l'organisme, que l'inoculation soit sous-épidermique, sous-cutanée ou intra-veineuse et que l'infection vaccinale s'accompagne ou non d'une éruption cutanée. Dans la vaccine sans exanthème des génisses et des chevaux inoculés par la voie sanguine ou sous-cutanée, le sérum devient antivirulent comme chez les sujets inoculés sous l'épiderme et porteurs des vésicules caractéristiques.

» IV. Le sérum des convalescents de variole exerce, sur le virus vaccinal, une action antivirulente comme le sérum des vaccinés.

» V. Le sérum des animaux variolisés exerce de même, sur le vaccin, une action antivirulente, quelle que soit la voie d'introduction du virus variolique dans l'organisme et que l'infection variolique s'accompagne ou non d'une éruption cutanée, qu'il s'agisse du cheval inoculé par la voie sanguine sans exanthème consécutif ou du singe inoculé sous l'épiderme et porteur de vésicules de variole.

» VI. La substance antivirulente du sérum de l'homme et des animaux immunisés contre l'infection vaccinale ou variolique est d'une composition très stable : elle offre une grande résistance à l'action du temps, de la lumière, de la chaleur, des moisissures et même des agents de putréfaction; elle traverse les filtres de porcelaine, mais ne semble pas dialyser; elle est précipitée par l'alcool avec les matières albuminoïdes du sérum et semble s'attacher exclusivement à la globuline; de nature encore indéterminée, elle présente de grandes analogies avec les diastases.

» VII. Les propriétés antivirulentes conférées au plasma sanguin par l'infection vaccinale ou variolique apparaissent, quelle que soit la voie d'introduction du virus dans l'organisme, après une période d'incubation variable chez les diverses espèces, mais de durée assez fixe pour chacune d'elles, n'oscillant au moins que dans d'assez étroites limites. Le sang met plusieurs jours à acquérir ses propriétés antivirulentes. Chez la génisse vaccinée, il ne les possède pleinement que de neuf à treize jours, le plus souvent douze jours après l'inoculation.

» VIII. Le moment où les propriétés antivirulentes du sérum deviennent très manifestes est précisément celui où le virus sous-épidermique et intradermique perd toute activité et où commence vraiment l'immunité.

» IX. La période d'immunité consécutive à l'infection vaccinale ou variolique, de durée très variable chez les diverses espèces, se compose de deux phases successives : une première phase où le sang conserve ses propriétés antivirulentes qui vont en décroissant; une seconde phase où le sang ne manifeste plus aucune trace de pouvoir antivirulent, tandis que la peau résiste encore à de nouvelles inoculations.

» X. Pendant la première phase de la période d'immunité, la substance antivirulente peut traverser le placenta et passer du sang maternel dans le sang du fœtus; ce passage est la condition essentielle de l'immunité congénitale. Par contre, on ne trouve pas la substance antivirulente dans l'urine; si elle franchit le filtre rénal, c'est à l'état de dilution assez étendue pour échapper à la recherche.

» XI. Dans l'espèce humaine, où l'immunité persiste le plus longtemps, bien que de durée très variable suivant les individus, on peut reconnaître la présence de la substance antivirulente dans le sérum plus de 25 ans et même plus de 50 ans après l'infection vaccinale ou variolique. Chez certains sujets, cette substance ne se montre dans le sérum que pendant quelques mois, quelque semaines, quelques jours seulement. Elle peut même n'y être décelée à aucun moment. On ne connaît encore ni ses lieu et mode de production, ni ses lieu et mode de destruction.

» XII. La production de la substance antivirulente, au cours de l'infection vaccinale ou variolique, et son apparition dans le plasma sanguin constituent une réaction de défense de l'organisme intimement liée à l'arrêt du processus morbide et au développement de l'immunité. On ne saurait encore affirmer si cette substance agit directement sur les agents infectieux, comme virulicide, ou si elle agit comme un stimulant snr les cellules de l'organisme. »

ZOOLOGIE. — *Sur un exemplaire du* Dasypeltis scabra *Linné, Serpent oophage de l'Afrique centrale.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

» Les collections herpétologiques du Muséum d'Histoire naturelle, par les soins du P. Guillemé des Pères blancs du Haut-Congo, viennent de s'enrichir d'un spécimen excessivement curieux, une Couleuvre rude (*Dasypeltis scabra* Linné) surprise au moment où elle avalait un œuf de cane, chose d'autant plus surprenante que le Serpent, long d'environ 70^{cm}, n'a pas le cou de la grosseur même du petit doigt, le diamètre transversal de

l'œuf atteignant, lui, 45^{mm}. C'est à Mpala, sur le lac Tanganyika, que la capture en a été faite, l'animal ayant été de suite plongé dans l'alcool. Son aspect est très bizarre : la partie antérieure, sur une longueur de 6^{cm} à 7^{cm}, moulée sur l'œuf encore intact, étant dilatée en un sphéroïde relativement énorme, auquel fait brusquement suite le reste du corps long et délié. Mais l'examen de cette pièce suggère des considérations d'un ordre plus général.

» Depuis le Mémoire présenté par Jourdan en 1834 à l'Académie, on sait que le *Dasypeltis scabra* offre une disposition anatomique toute spéciale dans la présence de sept ou huit prolongements osseux revêtus d'émail, comme de véritables dents, et situés à la partie inférieure des centrums à partir de la vingt-quatrième vertèbre. On a vu avec raison, dans cette véritable scie dentaire, un appareil destiné à entamer la coquille des œufs, dont ces Ophidiens font leur nourriture peut-être exclusive ; aussi les auteurs ont-ils insisté sur l'utilité biologique de cette disposition, comme empêchant toute perte de la matière nutritive, ce qui n'eût pas manqué d'avoir lieu « si l'œuf avait été brisé dès son introduction dans la bouche » d'où les liquides se seraient écoulés au dehors ». Tout en reconnaissant la justesse de cette manière de voir, j'ai fait remarquer, à la suite des observations de Déguez sur la déglutition des œufs par l'Hétérodon de Madagascar à la ménagerie des Reptiles ([1]), que ce dernier n'avait aucune trace de cet appareil dentaire pharyngien et que l'enveloppe calcaire de l'œuf, dégluti *in toto,* était chez lui simplement dissoute par les sucs digestifs.

» Aussi, en présence de l'observation actuelle est-on conduit à admettre que la particularité anatomique spéciale au *Dasypeltis* est nécessitée par le volume disproportionné de l'aliment qu'il peut engloutir. Si la partie antérieure de l'œsophage est susceptible en effet d'une très grande dilatation par suite de sa structure, il n'en est pas de même des portions suivantes du tube digestif, lesquelles, isolées des parois du corps, ne pourraient sans danger subir une distension trop forte, surtout par le passage d'un corps dur, incompressible ; il faut donc que l'œuf soit brisé, il ne pourrait s'engager plus loin sans inconvénients graves pour le Serpent. Chez l'Hétérodon, il n'en est pas de même ; sa taille est plus forte, son cou pouvant atteindre un diamètre d'environ 20^{mm}, et il avalait des œufs au plus de la grosseur de ceux de merle ou de pigeon.

([1]) *Bull. Soc. philomathique de Paris,* 7e série, t. VIII, p. 180, séance du 12 juillet 1884.

» Il y aurait aussi grand intérêt à connaître le mode suivant lequel la Couleuvre rude parvient à faire pénétrer dans son pharynx un semblable objet. Les serpents, par un mécanisme maintes fois décrit, marchent en réalité sur leur proie au moyen de leurs mâchoires, servant alternativement de point d'appui et d'organes de progression. Sur le corps d'un animal plus ou moins souple et mou, cette action est très efficace, mais quelle prise avoir sur une surface dure et lisse? L'Hétérodon, déjà cité, force sa bouche sur l'œuf retenu dans les replis de son corps; ce procédé ne se comprendrait pas pour le *Dasypeltis*, lorsqu'il s'agit d'un œuf de cane ou de poule (¹). Des lames membraneuses assez développées, qu'on remarque de chaque côté de la bouche chez notre exemplaire, me font supposer qu'il y a là un appareil d'adhérence, qui aiderait au jeu des mâchoires pour permettre au serpent de glisser activement les différentes parties de sa bouche sur la coquille, jusqu'à pénétration complète de l'aliment dans l'œsophage. »

ZOOLOGIE. — *Chute de Crustacés ostracodes fossiles observée à Oullins, près de Lyon, le* 24 *septembre* 1898. Note de M. **Lortet**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

» Le 24 septembre dernier, à $5^h 30^m$ du soir, le temps était splendide, l'air absolument calme, le Soleil allait disparaître derrière les montagnes du Forez bornant l'horizon occidental. Le ciel prit subitement une teinte jaunâtre tout à fait anormale et semblable à celle qu'il montre certains jours d'hiver lorsque l'atmosphère renferme des cristaux de neige pulvérulente.

» A ce moment, j'aperçois très distinctement une véritable grêle de petits corps très brillants, tombant autour de moi avec une vitesse excessive. Le choc produit par les corpuscules atteignant les feuilles mortes était parfaitement perceptible. Il me fut facile de recueillir, sur des feuilles de papier, une certaine quantité de ces poussières que j'attribuais tout d'abord à des cendres volcaniques amenées du Vésuve, alors en pleine activité. Mais un examen microscopique attentif me montra que ces corpuscules étaient tous dus à des valves entières, fossilisées, d'un Crustacé ostracode appartenant très certainement au genre *Cypridinia* de Milne-Edwards.

» Quelques-unes des formes de ces petits Ostracodes se voient aujour-

(¹) Mlle Durham a bien eu l'occasion, à Londres, de voir le *Dasypeltis scabra* engloutir des œufs, mais des œufs de petit volume. Ces observations établissent toutefois que cette espèce ne les fixe pas pour les faire pénétrer dans la bouche.

d'hui vivants en immenses quantités dans les mares et les canaux de la basse Égypte. Certaines espèces fossiles, non encore déterminées, se rencontrent très abondamment dans les détritus des couches puissantes formées par les affleurements crétacés dans les déserts des environs du Caire, dans l'oasis du Fayoum et probablement dans les autres parties du Sahara beaucoup plus rapprochées de nous.

» Ce sont les valves creuses des *Cypridinia*, longues de $\frac{1}{10}$ de millimètre environ, qui, enlevées par les courants d'air ascendants, dus à la chaleur torride qui règne dans ces déserts à cette époque de l'année, et transportées à de grandes hauteurs, auront franchi la Méditerranée pour être ensuite précipitées dans les environs de Lyon. L'extrême légèreté de ces valves et leur forme concave auront facilité ce transport à une distance aussi considérable de leur lieu d'origine. La vitesse excessive avec laquelle ces corpuscules atteignaient le sol prouve qu'ils devaient tomber des couches supérieures de l'atmosphère.

» Je me permets de rappeler ici que déjà plusieurs fois des poussières, provenant probablement des mêmes régions, sont venues tomber dans la même localité. Notamment le 27 mars 1862, mon père put en recueillir une grande quantité, qu'il envoya au savant microgéologue Ehrenberg, à Berlin. Ce dernier put y trouver les espèces suivantes : *Discoplœa atmospherica, Discoplœa atlantica, Gallionella tœniata, Eunotia Sancti-Antonii, Assula umbonata* et *Amphidiscus truncatus*, qu'il avait observées à l'état fossile et très abondamment dans les formations crétacées des déserts de la Thébaïde et du Fayoum (Ehrenberg, *Akad. von Berlin*, 24 juillet 1862). Le phénomène remarquable dont j'ai été le témoin paraît donc se reproduire assez fréquemment dans notre région, mais il doit passer le plus souvent inaperçu, à moins que l'atmosphère ne soit absolument calme dans le voisinage de la surface terrestre. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude de la morphologie des Craspédomonades.* Note de M. J. **Kunstler**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Craspédomonades forment un curieux petit groupe de Flagellés, dont la constitution caractéristique serait un fait unique dans le domaine des Protozoaires, qui n'aurait son analogue que dans la structure de certains éléments des Spongiaires.

» Ce sont là de petites monades munies d'une collerette contractile, déjà aperçue

par les observateurs anciens, mais dont James Clark, le premier, en 1867, donna une bonne description. En 1883, Géza Entz lui assigna une constitution spiralée. Sa description vient d'être confirmée par une belle monographie de Raoul H. Francé Rezsö (1897). Pour ce dernier auteur, la collerette des Craspédomonades affecte la disposition d'un cornet membraneux spiralé, à génératrice étirée par une de ses extrémités. La partie principale du cornet est implantée sur l'extrémité antérieure du corps, où elle simule un entonnoir, tandis que l'autre portion va aboutir, suivant un trajet spiralé, à la région moyenne du corps. Bütsehli a combattu les descriptions de Géza Entz. Pour lui, la collerette possède la constitution d'un entonnoir, et, lors de l'acte de la préhension, elle serait le point de départ d'une vacuole nutritive errante qui apparaîtrait d'abord à sa base, puis se montrerait ultérieurement bien plus en arrière, du côté opposé, dans la région moyenne du corps. Il fait de la collerette une sorte de prolongement pseudopodique membraneux et fixé dans sa constitution. Schulze (1885) et, après lui, Rezsö pensent, au contraire, qu'elle doit être considérée comme quelque chose d'homologue aux membranes ondulantes des Ciliés. Le principal argument que ce dernier auteur fait valoir à l'appui de son interprétation est puisé dans la présence, au bord libre de la collerette, de fins ornements en lobes, signalés par Ch. Robin, qui se prolongent un peu vers la région basale, sous forme de fines stries. De la lecture du Mémoire de Rezsö, aussi bien que de celle de la Bibliographie qu'il y a ajoutée, il ressort que cet auteur n'a pas eu connaissance de la totalité de la littérature concernant les Flagellés et spécialement de certains travaux qui eussent pu jeter quelque lumière sur ses homologations morphologiques.

» En 1889, dans un Mémoire sur des êtres voisins ([1]), j'ai établi qu'en général les dépressions, dites *buccales*, observées à la base des flagellums, n'étaient pas des orifices buccaux, mais qu'ils constituaient des sortes d'infundibulums spéciaux, au fond desquels s'insèrent ces filaments locomoteurs, et en connexion directe avec la vésicule contractile, d'une part, et avec l'appareil buccal, d'autre part. A la cupule flagellifère fait suite une longue échancrure latérale du corps, bordée du côté gauche par une lèvre saillante et diaphane. Les bords de cette cupule présentent les ornements lobés signalés par Ch. Robin sur la collerette. Mes recherches récentes sur le *Trichomonas intestinalis* ([2]) sont venues affermir mes premières conclusions, d'autant plus qu'elles ont eu pour unique point de départ ces mêmes vues morphologiques, auxquelles elles ont conféré ainsi une incontestable importance. Ces organismes présentent une cupule flagellifère finement lobée, dont la lèvre gauche se prolonge en une sorte de lame spirale jusqu'au bout inférieur de l'échancrure buccale, où se trouve l'entrée du tube œsophagien.

» Les Craspédomonades semblent donc constituées d'après le même plan fondamental décelé par l'étude d'autres Flagellés. L'excavation antérieure,

---

([1]) J. Kunstler, *Recherches sur la morphologie des Flagellés* (*Bull. scient. du Nord,* 1889, 120 pages et 9 planches).

([2]) J. Kunstler, *Observations sur le* Trichomonas intestinalis *Leuck* (*Bull. scient. du Nord,* 1898, 50 pages et 4 planches).

au lieu de présenter les dimensions d'une simple cupule flagellifère, a pris les caractères d'un entonnoir d'un développement relatif bien plus considérable et pouvant atteindre la longueur du corps lui-même. Au contraire, les autres Flagellés, si leur cupule antérieure est restée petite, ont acquis des parties de nouvelle formation qui leur communiquent leurs caractères propres. Ainsi, si la lame spirale des Craspédomonades se termine à une simple aire buccale, chez d'autres Flagellés on trouve là un tube œsophagien, ou même une véritable poche à constitution complexe. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence du pin sylvestre* (P. silvestris *L.*) *dans les graviers quaternaires, aux environs de Troyes.* Note de M. **P. Fliche**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans une Communication faite à l'Académie le 24 avril 1876, je signalais la présence de restes abondants de pin sylvestre à la base des tourbières qu'on rencontre fréquemment dans la vallée de la Seine et celles de ses affluents médiats ou immédiats en Champagne.

» Aujourd'hui je puis, grâce à de récentes découvertes d'échantillons de cette espèce, faites dans la ballastière de Clérey, établir que cet arbre forestier important a existé dans la même région, à une époque antérieure, dans le terrain quaternaire à *Elephas primigenius*.

» La ballastière de Clérey est exploitée par la Compagnie de l'Est, sur la ligne de Troyes à Is-sur-Tille, à 14^{km} de la première gare; elle se trouve, dans le terrain figuré sur la Carte géologique détaillée de la France, sous la lettre *a*, désignée dans la légende sous le nom d'*Alluvions anciennes des vallées*. Elle est constituée par des graviers calcaires, dans lesquels sont intercalées des lentilles de matériaux fins, sables ou argiles. Les organes laissés par le pin sylvestre sont des bois, appartenant à des tiges volumineuses, dont quelques-unes sont presque entières, des racines, des rameaux, des écorces, enfin des cônes, en quantité parfois considérable; ces cônes se rencontrent exclusivement dans les matériaux fins; grâce à ce genre de dépôt, ils sont souvent d'une conservation parfaite.

» Ce sont d'ailleurs les organes les plus intéressants, parce qu'ils fournissent une base de détermination certaine et parce qu'ils montrent, comme ceux des tourbières de la même région, une variabilité considérable portant sur leur taille, leur forme, la saillie plus ou moins grande de l'écusson chez les écailles. Ces cônes semblent, même en tenant compte de la contraction qu'ils ont subie, avoir été, en moyenne, d'un peu moindres dimensions que chez les sujets vivant aujourd'hui en France.

» Le très bon état de conservation des cônes montre qu'ils n'ont pas subi un long transport dans des eaux entraînant des débris de roches solides et que les arbres dont

ls proviennent croissaient par suite à une faible distance de l'endroit où ils ont été enfouis.

» Ces restes de pin sylvestre n'ont pas été découverts, jusqu'à présent, dès la base des graviers; on ne les trouve qu'à partir de leur région moyenne, mais déjà en abondance. Il est probable, d'après cela, que l'arbre est arrivé en Champagne seulement vers le milieu de l'époque à laquelle correspond le dépôt de gravier. Avec lui, on a rencontré assez fréquemment, dans la ballastière de Clerey, des dents d'*Elephas primigenius*. Le pin sylvestre et l'éléphant ont donc coexisté en Champagne. Mais alors que le second disparaissait à la fin des temps quaternaires, le premier persistait au début de la période actuelle et cessait de croître à l'état spontané seulement à la fin de la pierre polie et probablement même durant les premiers temps de l'emploi des métaux (¹). »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte de graptolithes dans les poudingues du grès vosgien des environs de Raon-l'Étape (Vosges).* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le grès des Vosges, que la plupart des auteurs modernes rapportent à la base du Trias, dont il serait ainsi le membre le plus important au point de vue de l'épaisseur, est considéré à bon droit comme une formation détritique absolument privée de fossiles propres.

» Tous les géologues français et allemands qui l'ont étudié, soit dans les Vosges et le Schwartzwald, soit dans l'Odenwald jusqu'à ses limites extrêmes méridionales et occidentales, sont d'accord sur ce point.

» Pendant longtemps, on avait dû se contenter à ce point de vue du galet de quartzite, appartenant au musée de Strasbourg, signalé par Daubrée et Schimper, où se trouve une impression de *Spirifer*, que M. le professeur Benecke (²) rapporte au *Spirifer macropterus* du dévonien inférieur. Il provenait du Jaegerthal, c'est-à-dire des Basses Vosges du versant oriental.

(¹) Je tiens, en terminant cette Note, à adresser mes remercîments à MM. de la Bouloye, inspecteur des forêts, Monquot, chef de section, et Brissard, ouvrier de la Compagnie de l'Est, qui ont mis la plus grande obligeance à recueillir des échantillons et à faciliter mes études.

(²) E.-W. Benecke, *Ueber die Trias in Elsass-Lothringen und Luxemburg Abhandlungen* (*Zur geologischen Specialkarte*, Bd I, Heft IV, p. 877).

» Suivant Liétard ([1]), la collection du docteur Mougeot (de Bruyères) contient quatre échantillons de bois fossile rencontrés, soit dans les galets du conglomérat, soit dans les alluvions du grès vosgien. D'après ce savant, ils doivent être rapportés aux cordaïtes (araucarites) du terrain permien.

» En 1889, Liétard a recueilli en place, à Plombières, un galet quartzeux avec l'empreinte très nette d'une partie de valve dorsale d'un *Spirifer*, qui est insuffisante pour une détermination spécifique, mais qui ne semble pas pouvoir être rapportée au *Sp. macropterus*, comme l'échantillon de Strasbourg, déterminé par M. Benecke.

» Un heureux hasard nous a permis d'ajouter à cette liste si courte de nouvelles pièces d'un certain intérêt au point de vue de la question de l'origine du grès des Vosges. Ce sont : deux cailloux du poudingue du grès vosgien avec fossiles provenant, le premier d'Hérival (Vosges), appartenant à M. de Bary, de Guebwiller (Alsace); le second, en notre possession, découvert dans la forêt domaniale de Senones (Vosges) par M. l'inspecteur des forêts Müller; un fragment de tronc silicifié de Cordaïtes, trouvé par M. de Bary à la carrière de Bühl, près de Guebwiller; une empreinte très fruste d'*Equisetum* provenant des affleurements du sommet de la montagne du Faudé [canton de Lapoutroie (Alsace)].

» Les deux premières découvertes méritent une mention spéciale. Le caillou roulé d'Hérival est en quartzite jaunâtre à grain fin et présente sur une cassure, sans doute assez ancienne, des coquilles à test mince, en relief et en creux, dont aucune n'est complètement dégagée. Elles paraissent appartenir au genre *Mytilus*, autant qu'on peut en juger par leurs apparences, leur taille, leurs stries d'accroissement. L'échantillon de la forêt de Senones est un éclat d'un caillou de lydienne du poudingue, de forme triangulaire, sur la face à peu près plane duquel paraît en blanc argentin un fragment long de 2^{cm}, large de 4^{mm} aux dentelures, d'une tige de graptolithe du type *Monograptus* Gein., avec douze denticulations bien conservées. Ce fossile, parfaitement déterminable, nous permet d'affirmer aujourd'hui que les éléments du grès vosgien du versant lorrain venaient d'un massif où le silurien à graptolithes était représenté.

» Jusque dans ces dernières années on plaçait ce massif au nord-est des Vosges, dans le Hundsrück, mais depuis les remarques faites, tant en

---

([1]) *Note sur le Trias dans la région méridionale des Vosges* (*Bull. Soc. sc. de Nancy*, p. 43; 1889).

France [1] qu'en Allemagne [2] sur la décroissance du volume des cailloux du poudingue du sud au nord et sur son remplacement dans cette direction par des grès de plus en plus fins, c'est au sud ou au sud-est de la chaîne qu'on le recherche actuellement.

» Les affleurements siluriens avec graptolithes se tiennent tous dans cette direction, à une grande distance des Vosges. On n'en signale pas, à notre connaissance, dans les Alpes suisses, quoique le Silurien figure sur les cartes de ce pays. Ils sont indiqués [3] de « Kitzbühl en Tyrol jusqu'à » l'extrémité méridionale du bassin de Vienne ». Si, comme nous l'admettons volontiers, c'est dans cette direction qu'il faut chercher l'emplacement du massif détruit pour l'édification du grès vosgien, ne peut-on pas se demander s'il ne se trouve pas précisément à la place des Alpes suisses secondaires et tertiaires flanquant les restes démantelés des terrains anciens. Une immense destruction seule rend compte de ces masses énormes de sable et de cailloux qui non seulement s'étendent au delà des limites des Vosges, du Schwartzwald, de l'Odenwald vers le nord-est, mais plongent encore sous les terrains triasiques et secondaires, sur les versants de ces chaînes, en conservant, à 20^{km} des premiers affleurements, une puissance de 317^{m} d'après le sondage fait, il y a quelques années, à Ménil-Flin en Meurthe-et-Moselle. »

PALÉONTOLOGIE. — *Apparition des Ours dès l'époque miocène.* Note de M. **Claude Gaillard**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le gisement de la Grive-Saint-Alban, déjà si riche en Mammifères miocènes, vient de donner des restes d'un nouveau Carnassier. Le Muséum de Lyon a recueilli un maxillaire, une carnassière inférieure et quelques dents isolées d'un petit Ours paraissant rattacher les Ursidés actuels aux Canidés anciens.

» Nos pièces fossiles apprennent que les Ours ont apparu plus tôt qu'on ne le savait.

---

(1) Braconnier, *Description géologique et agronomique de Meurthe-et-Moselle*, p. 102; 1883.

(2) Sandberger et Benecke, *Ueber die Trias in Elsass-Lothringen*, Bd I, Heft IV, p. 760; 1885.

(3) de Lapparent, *Traité de Géologie*, p. 760; 1885.

» Bien que dans l'Ours miocène les carnassières soient un peu plus grandes et que la seconde tuberculeuse supérieure ait son talon moins développé que chez les Ours de notre époque ou ceux de l'époque pliocène, nous proposons, d'après l'avis de M. le professeur Albert Gaudry, de réunir ce Carnassier au genre *Ursus* et de le désigner par le nom d'*Ursus primævus*.

» La carnassière supérieure est plus longue que large, tranchante, avec un petit denticule interne placé en face de la grande pointe antéro-externe. La première tuberculeuse a quatre tubercules coniques, bas, deux externes et deux internes. Le tubercule antéro-interne est à peine formé. La deuxième tuberculeuse est plus grande que la première; elle porte un talon concave peu allongé. La carnassière inférieure est tranchante dans sa partie antérieure; son talon est élargi en arrière avec deux petits tubercules en dehors et en dedans.

» L'*Ursus primævus* diffère des divers Ours vivants et fossiles par ses tuberculeuses supérieures moins allongées d'avant en arrière et par sa carnassière supérieure dont le denticule interne, au lieu d'être ramené à hauteur de la pointe externe postérieure, comme dans les autres espèces du genre *Ursus*, ou bien vers le milieu de la dent, ainsi que chez les *Tremarctos*, est situé en face de la pointe externe antérieure.

» La carnassière inférieure est aussi assez différente; elle n'est tuberculeuse que dans sa moitié postérieure, en avant elle se rapproche de la carnassière des Canidés.

» Comme la différence principale entre la mâchoire antérieure des Chiens et celle des Ours porte sur le volume relatif des tuberculeuses et de la carnassière, nous indiquons dans le Tableau suivant les variations de ces dents pour quelques-uns des principaux types vivants ou fossiles des deux familles.

	Diamètre antéro-postérieur de la		
	carnassière (P^4).	première tuberculeuse (M^1).	deuxième tuberculeuse (M^2).
	mm	mm	mm
Canis lupus L. (actuel)	24	15	8
Cephalogale Geoffroyi Jourdan, Oligocène de Saint-Gérand	15	12	8
Simocyon diaphorus Kaup, Miocène supérieur de Pikermi et d'Eppelsheim	20	15	8
Amphicyon major Blainv., Miocène moyen de Sansan	31	28	22
Dinocyon göriachensis Toula, Miocène moyen de Göriach	26	21	18
Hemicyon sansaniensis Lartet, Miocène moyen de Sansan	26	20	15

	Diamètre antéro-postérieur de la		
	carnassière (P[4]).	première tuberculeuse (M[1]).	deuxième tuberculeuse (M[2]).
Hyænarctos sivalensis Lydekker, Pliocène inf. Collines Siwalik	30mm	28mm	28mm
Ursus primævus, nov. sp., Miocène moyen de la Grive	13	13	17
Ailuropus melanoleucus M. Edwards (actuel)	23	22	32
Ursus arvernensis Croizet, Pliocène de Perrier	15	20	28
Helarctos malayanus Horsf. (actuel)	10	15	21
Ursus arctos Lin. (actuel des Alpes)	15	22	33

» Ce Tableau montre le développement des tuberculeuses allant, chez les Canidés et les Ursidés, de pair avec la réduction de la carnassière : à de grandes tuberculeuses correspond une petite carnassière; le volume des tuberculeuses est inversement proportionnel à celui de la carnassière.

» Notre Tableau met encore en lumière, outre la parenté des Amphicyonidés, le grand intervalle qui sépare *Hyænarctos sivalensis* du Pliocène de l'Inde, d'*Ursus arvernensis* des terrains pliocènes de Perrier, près d'Issoire. C'est dans cet intervalle que vient se placer l'Ursidé miocène de la Grive-Saint-Alban. *Ursus primævus* est bien plus rapproché des Ours que des *Hyænarctos* typiques tels que *Hyæn. sivalensis* (1) et *Hyæn. palæindicus* (2), autant par les proportions que par la structure de sa dentition; à ce titre il nous paraît constituer la forme ancestrale la plus directe et la plus ancienne du genre *Ursus*. »

GÉOLOGIE. — *Sur un ensemble de plis extérieurs à Belledonne et refoulés vers cette chaîne*. Note de M. **P. Lory**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Les études tectoniques récentes ont achevé d'établir que, dans les zones externes des Alpes françaises, le déjettement vers l'extérieur, vers

(1) Lydekker, *Mem. geol. Surv. Ind.*, t. X, Vol. II, part 6, p. 224, *Pl. XXIX* et *XXX*; 1884.

(2) Albert Gaudry, *Essai de Paléontologie philosophique*, p. 191, *fig.* 196; 1896.

l'ouest, des accidents dissymétriques est le cas presque général. Les exceptions sont rares et d'autant plus intéressantes à noter. Je crois pouvoir montrer qu'*il faut ranger parmi elles une très grande partie de la région comprise, au sud de Grenoble, entre la chaîne cristalline de Belledonne et les crêtes urgoniennes du Vercors*.

» Que cette région possède des éléments tectoniques déjetés vers l'est, ce n'est pas d'ailleurs une idée entièrement nouvelle. Elle peut être suggérée par l'examen de la feuille *Vizille* de la Carte géologique de France; Ch. Lory avait effectivement reconnu ce sens de la dissymétrie dans certains accidents, les plis des montagnes liasiques de la Motte en particulier; toutefois, ses publications ne le mentionnent pas explicitement. Étudiant depuis 1895 la tectonique de cette partie de la feuille, j'ai déjà signalé le refoulement vers l'est du principal d'entre ses plis, l'anticlinal du Seneppe.

» Passons en revue les bandes qui s'allongent, à peu près suivant le méridien, dans l'espace considéré : massif en partie cristallin de la Mure; chaîne des collines liasiques, combes de Dogger et d'Oxfordien, falaise de Jurassique supérieur, bordure du massif subalpin.

» Le massif de la Mure, indépendamment de sa surélévation d'ensemble en dôme bosselé, est accidenté d'une série de plis étirés, environ nord-sud, tous déjetés vers l'est; le plus souvent ils produisent une rupture dans les couches très peu plastiques des calcaires de Laffrey et des dolomies triasiques et les refoulent sur les marnes aaléniennes. Une coupe transversale du dôme, prise à mi-chemin de la Mure au Peychagnard, rencontre trois de ces anticlinaux : l'un est tout près du bord, avant les Merlins, sous la crête de Bramefarine; plus au sud, un autre descend les pentes vers Saint-Arcy.

» Dès son apparition, en Trièves, la grande ride des collines liasiques présente la coupe d'un anticlinal déversé vers l'est; elle reste telle quand le massif de la Mure arrive à son contact, et, lorsque, au sud du Signal de Vaux, un second anticlinal vient dominer le premier, il est déjeté comme lui. Au contraire, le faisceau qui apparaît dans la même ride, entre les cirques de Notre-Dame et de Saint-Georges-de-Commiers (et dont un des éléments se raccorde peut-être à l'anticlinal du Signal de Vaux), est déversé vers l'extérieur : c'est le faisceau bien connu des plis de Champ; vers la Romanche, ils sont devenus à peu près droits.

» Les marno-calcaires jurassiques, qui occupent les vallées du Drac et de la Gresse, ainsi que les hauteurs entre elles, ne paraissent affectés par aucun grand accident. Mais leur épaisseur, très forte déjà en réalité, est exagérée dans l'apparence par des ondulations : j'en ai notamment relevé une dans la gorge de l'Ebron, elle est déjetée vers l'est.

» Dominant les combes oxfordiennes, la falaise de Malm calcaire court sur toute la longueur de la feuille *Vizille* avec des allures générales tranquilles; cependant, vers le sud, elle montre des ondulations le long du torrent de Pellas et un petit pli-faille dans la crête du Platary : c'est encore vers l'intérieur qu'ils sont déjetés.

» Dans plusieurs sections de la bordure immédiate du Vercors, un ressaut, déchirant l'avant-plateau valanginien, surélève un second gradin de Malm : ce sont les accidents de Chauplane, de la gorge de Gresse, de l'Échaillon-de-Vif. La *Description du Dauphiné* figure ce dernier (feuille 18) comme une faille verticale ; mais, en réalité, on voit, au flanc nord de l'Échaillon, une faille inverse à lèvre supérieure fortement poussée vers l'est. Le second ressaut se termine en dôme vers Gresse : c'est une sorte de brachyanticlinal incomplet, faillé et déjeté vers l'est. L'accident de Chauplane est, il est vrai, une *faille franche* sous ce hameau, mais non pas plus au nord. En somme, il y a là un alignement de trois plis-failles assez courts, dus à une poussée vers l'est dans laquelle la composante verticale a, par endroits, assez prédominé pour déterminer une faille franche.

» La bienveillante communication d'observations encore inédites me permet d'ajouter que le déversement vers l'est existe aussi dans les parties extrêmes de cette bande : à la limite sud de la feuille *Vizille*, dans un anticlinal et un synclinal affectant l'infracrétacé d'Esparron (M. Paquier) ; au nord surtout où, du col de l'Arc jusqu'à quelques kilomètres de Grenoble, M. Kilian vient d'étudier plusieurs plis très intéressants.

» Enfin, il faut remarquer que, d'après une des coupes de la Fauge données par Ch. Lory (feuille 125), le même sens du déjettement se retrouve jusque dans le massif du Vercors.

» Ainsi, *la tendance au déversement vers l'est est générale dans toute la largeur de la région étudiée depuis l'origine méridionale du « Bord subalpin » jusque vers Notre-Dame-de-Commiers ; plus au nord, le même sens de la dissymétrie se maintient dans les accidents occidentaux (bordure du Vercors), mais ceux de la bordure des chaînes alpines se déjettent vers l'extérieur.*

» Groupons avec ces données celles que nous possédons sur la tectonique du Vercors et du Royans, grâce surtout aux études de Ch. Lory, puis de MM. Kilian, Paquier et Sayn : une *structure en éventail,* médiocrement accusée, il est vrai, nous apparaîtra dans la zone extérieure des Alpes au sud de Grenoble. Dans une coupe transversale par le Monestier-de-Clermont et Saint-Agnan, l'éventail comprendrait tout l'espace entre la Mateysine et la vallée du Rhône ; dans une autre, par Saint-Georges-de-Commiers et Pont-en-Royans, il serait formé par le seul massif subalpin du Vercors.

» Il y a, dans la région considérée, coïncidence approximative entre les grands traits de l'orographie et ceux de la tectonique d'ensemble : le massif de la Mure, le chaînon liasique, la bordure du Vercors sont des éléments à la fois de l'un et de l'autre ordres. Au contraire, nous venons de constater l'*indépendance* partielle entre les limites de la zone tectonique déjetée vers l'est et ces mêmes traits. Il est curieux, en particulier, que la

dissymétrie des plis change de sens dans un élément aussi continu que la longue ride liasique.

» Cette indépendance serait peu explicable dans une structure édifiée en une seule fois. La présence de deux ordres d'accidents de détail dans le massif de la Mure s'y ajoutant, il me semble probable que, *avant la poussée vers l'est accompagnant le ridement subalpin, cette région avait déjà, comme la zone alpine de Belledonne, subi un façonnement.* L'ébauche tectonique alors réalisée comprenait vraisemblablement un grand dôme bosselé, à l'est, puis un long anticlinal et peut-être, à l'ouest, une série de brachyanticlinaux alignés nord-sud. »

GÉOLOGIE. — *Les plissements des terrains crétacés du bassin de l'Aquitaine.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

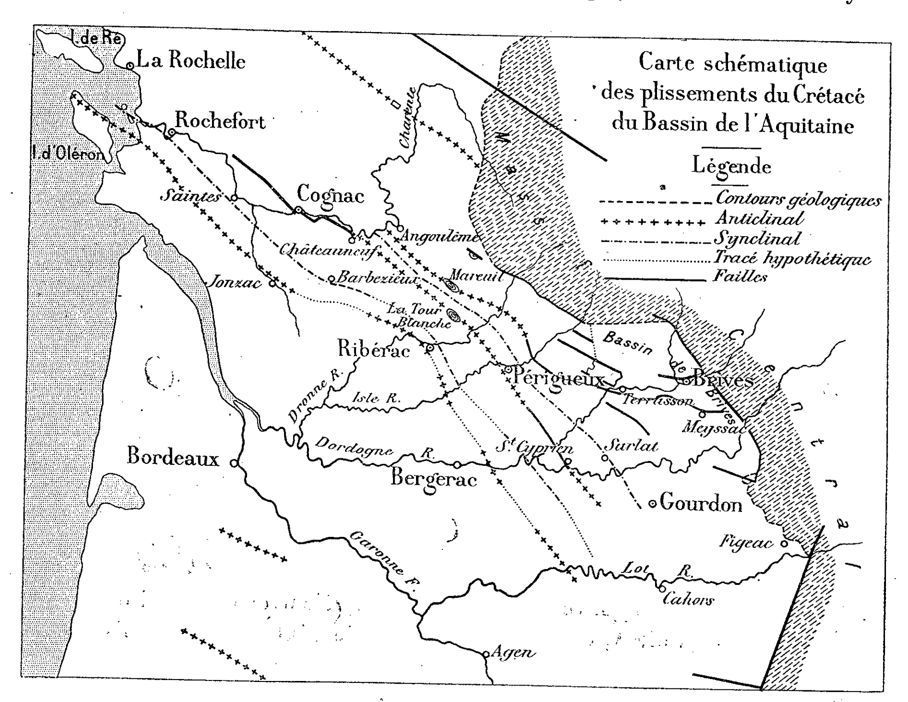
« Le bassin de l'Aquitaine et le bassin de Paris présentent beaucoup d'analogie au point de vue de leur constitution géologique. Ils comprennent, en effet, les mêmes terrains (Trias, Jurassique, Crétacé et Tertiaire) disposés d'une façon à peu près identique, sous forme d'auréoles, autour des massifs anciens qui en forment le cadre. Les travaux des géologues contemporains ont montré de quelle façon se comporte la série sédimentaire du bassin de Paris, au point de vue tectonique. Par contre aucune étude d'ensemble n'a été faite sur ce sujet, dans le bassin de l'Aquitaine. Cette Note a pour objet de combler en partie cette lacune en ce qui regarde les terrains crétacés, qui constituent, dans le nord du bassin, une bande de 250^{km} de long et de 50^{km} de large, dont la direction est sensiblement nord-ouest sud-est. D'une façon générale, ces terrains ont été plissés plus énergiquement que ceux du bassin de Paris (à l'exception du pays de Bray et du Boulonnais). Ce résultat paraît dû, en grande partie, au soulèvement de la chaîne pyrénéenne. La Carte ci-jointe montre l'allure de ces plissements (¹).

» Plusieurs géologues, Manès, Coquand, MM. Arnaud et Monret ont fourni des données intéressantes relativement aux dislocations du Crétacé de cette région, mais aucun pli n'avait été tracé jusqu'ici.

(¹) Outre les plis intéressant le Crétacé, on a figuré sur la Carte les dislocations du bassin de Brive et deux plis du détroit poitevin.

» J'ai signalé récemment, à l'ouest du massif central, un plissement intéressant tous les terrains primaires et secondaires du bassin et s'étendant sur plus de 140^{km}, depuis le bord du massif central à Meyssac (Corrèze) jusqu'à Dignac (Charente). Ce pli qui est tantôt un anticlinal, tantôt un monoclinal se résout en faille sur plus de 100^{km} et un dôme s'intercale sur son trajet.

» La dénivellation produite par la faille est d'une façon générale d'autant plus grande que l'on se rapproche davantage du massif central. Cela est dû surtout à ce que les assises intéressées par la faille sont de plus en plus anciennes vers l'est et qu'au sud du bassin de Brive elles font partie d'un pli permien qui limitait la cuvette synclinale



constituée par ce bassin. La faille qui est résultée de la rupture de ce pli a rejoué à diverses époques et le pli et la faille tertiaires ne sont que la continuation du pli et de la faille permiennes.

» Les autres plissements que j'ai étudiés montrent des faits analogues. Ils sont grossièrement parallèles au premier dans une grande partie de leur étendue.

» Le deuxième pli, que j'appellerai *pli de Périgueux*, a été suivi sur près de 200^{km}. Il présente tous les cas observés dans le premier : anticlinal, monoclinal, dôme et faille; mais ici la dénivellation produite par la faille est moins considérable puisqu'elle ne dépasse guère 200^{m}, alors qu'elle atteint 400^{m} dans le *pli de Mareuil-Meyssac*. Ce pli passe à Lanlier, au sud de Saint-Cyprien (Dordogne), Campagne, La Cropte, Périgueux, Chancelade, Saint-Just, La Tour-Blanche, Fontaine (Dordogne), La Valette, Mouthiers, Châteauneuf, Jarnac, Cognac (Charente), Buni, Barré (Charente-Inférieure). Comme dans le premier pli, c'est dans la portion sud-est que la disloca-

tion a été le plus considérable. Elle s'est traduite par une faille qui, entre Berbignères et Monsec, fait buter le Virgulien et le Portlandien, fortement rebroussés, contre l'Angoumien et le Coniacien redressés sous un angle de 70°. Dans le vallon du Porteil, près de Campagne, la dislocation a été si intense que *tout le Crétacé et une partie du Virgulien plongent sous un angle de* 60° *à* 80° *et affleurent sur moins de* 800^m; ils sont en contact avec le Ligérien et l'Angoumien qui sont presque horizontaux. L'accident va en s'atténuant vers le nord en même temps que diminue l'inclinaison des couches. Le pli normal réapparaît au sud de Périgueux; son axe est jalonné par l'Angoumien de Chancelade et le Provencien de Bussac. Entre Le Chéron et La Tour-Blanche, il se transforme en un dôme, extrêmement remarquable par sa régularité. Le noyau du dôme est constitué par le Portlandien, entouré d'auréoles frangées de Cénomanien, de Ligérien, d'Angoumien, de Coniacien et de Santonien qui ont un plongement de 15° à 20° vers le sud-ouest et le nord-est. De nouveau le pli se poursuit vers le nord-est sous forme d'anticlinal, puis de monoclinal qui se rompt suivant sa clef de voûte sur plus de 40^{km} [1].

» Un troisième pli, situé au sud des deux premiers, débute par un anticlinal un peu à l'est de Fumel. Il ramène au jour le Jurassique qui est porté à l'altitude de 250^m et forme, sur la Carte, une sorte de golfe, au milieu du Crétacé. Le sommet du pli lors de sa formation atteignait une altitude d'environ 600^m, c'est-à-dire une hauteur plus considérable que la majeure partie du massif central. L'érosion a enlevé en ce point, et j'ai constaté des faits analogues en maints endroits, une épaisseur de couches atteignant près de 350^m. Cet anticlinal est beaucoup moins accentué vers le nord-ouest; il passe un peu à l'est de Bergerac, entre Mussidac et Neuvic, près de Ribérac, et paraît rejoindre le remarquable plissement qui s'étend depuis l'île d'Oléron jusqu'à Jonzac et fait surgir le Portlandien et le Cénomanien au milieu du Turonien et du Sénonien. Entre ces trois anticlinaux qui font ainsi affleurer jusqu'à trois fois les mêmes couches à des distances différentes des bords du bassin de l'Aquitaine, se montrent des synclinaux dont la disposition est assez normale.

» Ces divers plissements peuvent être mis en parallèle avec ceux qui ont été observés dans le détroit du Poitou, entre la Bretagne et le Massif central, plis qui se traduisent parfois par de petits monts (collines de Montalembert, de Champagne-l'Hilaire) et par des failles. J'ai signalé, depuis plusieurs années, l'existence de l'une de ces failles, d'âge antéoligocène, qui traverse une partie du détroit poitevin, passe près de Saint-Martin-Lars (Vienne) et continue à travers le Massif central, jusque vers Limoges, par une longue faille, étudiée par MM. de Launay et Le Verrier, d'âge vraisemblablement permien, qui a été remplie par des émissions siliceuses.

» Dans le nord du bassin de l'Aquitaine, les plis de Villagrains (Gironde), Roquefort, Saint-Sever, Tarnos (Landes) semblent également se rattacher, comme âge et comme direction, à ceux du nord du bassin.

» De l'étude de ces plissements, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les plissements des terrains crétacés de l'Aquitaine se présentent

---

[1] Ce renseignement m'a été très gracieusement fourni par M. de Grossouvre qui a suivi la faille depuis Châteauneuf jusqu'à Barré.

sous forme d'anticlinaux, de monoclinaux, de dômes et de failles. Ces dernières ne sont qu'un cas particulier du pli.

» 2° L'importance de la dislocation est d'autant plus considérable qu'elle affecte des terrains plus anciens. Les plis et les failles antéoligocènes paraissent bien continuer les plis ou les failles post-jurassiques et permiens. D'une façon générale, ils ont également la direction des plis hercyniens du sud de la Bretagne et des failles limites du massif central. Ainsi que cela a été observé dans d'autres régions, notamment par M. Marcel Bertrand dans le bassin de Paris, il y avait eu, dans le bassin de l'Aquitaine, continuité du phénomène de plissement. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine du minerai de fer hydroxydé du Néocomien moyen du Bray, par l'altération superficielle du fer carbonaté, et sur la continuité en profondeur et l'importance du minerai carbonaté.* Note de M. N. DE MERCEY, présentée par M. Michel Lévy.

« Le minerai de fer hydroxydé anciennement exploité dans le Bray, que Cornuel avait considéré comme correspondant au minerai oolithique des environs de Vassy, supérieur à l'argile rose marbrée, se présente, au contraire, à une place toujours inférieure à cette argile ou, lorsqu'elle disparaît avec les sables verts qui la recouvrent, dans la partie septentrionale du Bray, sous l'argile du Gault, ainsi que l'a bien établi M. de Lapparent, pour qui ce minerai n'a paru constituer qu'un accident local dans des grès ferrugineux trop pauvres pour être actuellement exploités.

» Cependant une opinion plus favorable avait été formulée par Bineau, dès 1835. A son tour, Graves s'était borné à mentionner l'opinion de Bineau, sans s'occuper de la possibilité d'exploiter à nouveau le minerai de fer.

» Tel était l'état de la question lorsque, dans une première série de recherches entreprises en 1897, j'ai pu relever et explorer beaucoup d'amas de scories anciennes, le plus souvent cachées sous l'herbe, et reconnaître, au moyen d'un grand nombre de sondages superficiels, que le minerai de fer hydroxydé se présentait d'une extrémité à l'autre du Bray, à l'état de gisements disséminés mais nombreux.

» Ayant ainsi constaté que le minerai néocomien n'était pas un accident local et qu'il affleurait sur beaucoup de points, j'ai poursuivi sa recherche en profondeur au moyen de sondages opérés ainsi que les précédents pour le compte de la Société minière du Bray.

» Tout d'abord, ces sondages présentaient tous cette particularité que le minerai hydroxydé ainsi que les sables ferrugineux, très reconnaissables dans le voisinage à leur coloration rougeâtre, semblaient subitement s'évanouir. Mais en coordonnant ces sondages avec les données superficielles immédiatement voisines, j'ai constaté qu'en réalité le minerai de surface se continuait régulièrement en profondeur, en présentant alors le fer à l'état de protoxyde et que le minerai de couleur grise, ainsi rencontré dans les sondages, était du fer carbonaté argileux ou sphérosidérite, plus ou moins compact, ou concrétionné, ou oolithique. Ce minerai est d'autant plus dur et plus dense qu'il est plus riche en fer, en présentant une moyenne de 30 à 40 pour 100. Sa cassure, souvent remarquablement plane, avait attiré l'attention de M. de Lapparent dans les échantillons superficiels passés à l'état d'hématite. Le fer carbonaté avait été indiqué par Graves à titre accidentel ainsi que par M. de Lapparent, qui l'avait mentionné comme constituant le noyau de rognons fossilifères de limonite.

» En réalité, le minerai carbonaté forme plusieurs bancs ou lits continus, espacés dans un massif sableux et argileux, épais d'environ 25^{m}, qui compose le Néocomien moyen. Ces couches, loin de se présenter d'une façon confuse et irrégulière comme on l'avait pensé, se succèdent dans un ordre constant.

» La glaise ou argile de couleur gris bleuâtre ou noirâtre, souvent épaisse d'environ 2^{m}, qui se présente vers le milieu du massif et constitue la *terre à poterie de grès,* fournit un excellent repère et ne se confond nullement avec d'autres couches argileuses; ce qui permet de distinguer les divers niveaux de fer carbonaté, dont les plus importants sont supérieurs à cette argile à poteries.

» L'épaisseur totale de ces divers niveaux, souvent voisine de 1^{m}, peut devenir plus considérable par suite de leur allure lenticulaire. La densité du minerai atteint 3 à 4.

» J'ai pu constater que les résultats de ces sondages d'exploration, entrepris tout d'abord sur les territoires de Saint-Aubin-en-Bray, d'Ons-en-Bray, de La Chapelle-aux-Pots, etc., concordaient avec ceux de plusieurs sondages artésiens effectués depuis peu dans le voisinage et qui ont pénétré dans les sables du Néocomien inférieur ou même dépassé ses argiles réfractaires, en atteignant le Portlandien supérieur.

» La différence tranchée qui se manifeste ainsi entre le minerai carbonaté profond et le minerai hydroxydé de surface résulte évidemment d'une altération superficielle, dont on peut rencontrer des exemples dans des

gîtes où le fer carbonaté se trouve plus ou moins transformé en fer hydroxydé par épigénie.

» L'attention a été appelée récemment sur ces phénomènes d'altération par M. de Launay.

» La zone qu'il a qualifiée de *superficielle*, en la limitant à sa base par le niveau hydrostatique de la contrée et où circulent les eaux alimentées d'oxygène par l'air, correspond à celle où le fer carbonaté du Bray s'est altéré en passant à l'état de minerai hydroxydé en bancs et en lits, ou en imprégnation dans des couches sableuses, qui ont pris une teinte rougeâtre ferrugineuse et dans lesquelles l'oxyde de fer a été quelquefois remis en mouvement en incrustant ces sables ou en continuant encore à donner naissance à des eaux ferrugineuses telles que celles de Forges.

» Le minerai de cette zone (¹) anciennement exploité correspond au minerai de minières, tandis que le minerai carbonaté, non altéré et resté intact au-dessous du niveau hydrostatique, forme le minerai de mines proprement dit, en constituant une de ces importantes réserves de minerai ferrugineux prévues par M. de Launay.

» Le fer carbonaté, ainsi déposé, n'est pas une forme intermédiaire dérivant du fer sulfuré; il s'est évidemment formé d'une façon directe dans des eaux chargées de fer et où se décomposaient des végétaux. La pyrite de fer (marcassite) se présente isolément et, plus spécialement, dans le Néocomien inférieur.

» Il est aussi intéressant de remarquer que, dans le Néocomien supérieur formé par l'argile rose marbrée avec sables, dont l'épaisseur atteint 34^{m} à Saint-Aubin, le fer se présente essentiellement à l'état de peroxyde anhydre paraissant avoir une origine chimique.

» La disposition générale des couches du Néocomien moyen qui, sur tout le versant sud-ouest du Bray, plongent fortement sous les terrains de recouvrement, avec un pendage pouvant atteindre 5 pour 100 et même plus, rend nécessaire l'épuisement des eaux dans la plus grande partie du périmètre pour arriver à une exploitation dont les vestiges des anciennes minières permettent de prévoir l'importance.

» Sans entrer dans l'examen paléontologique des divers niveaux du minerai carbonaté, je me bornerai ici à signaler la rencontre, à Serqueux, immédiatement au-dessus de l'argile noire à poteries, dans des nodules de carbonate de fer en voie d'altération, d'une lumachelle à *Astarte numis-*

(¹) Il n'est pas question ici du minerai de fer du Portlandien supérieur.

malis d'Orb., espèce de calcaire à spatangues de Bettancourt (Haute-Marne) (collection de M. Pellat), et deux *Leda* rapportées par M. Douvillé, qui a bien voulu les examiner, à *Leda scapha* d'Orb. et *Leda mariæ* d'Orb., du Néocomien moyen. »

M. DE LAPPARENT présente les observations suivantes, au sujet de la Communication de M. *de Mercey* :

« Je désire appeler l'attention de l'Académie sur l'intérêt que présentent les observations de M. de Mercey. Le fait qu'il signale se reproduit en Lorraine, où le prolongement en profondeur du minerai de fer oolithique a été d'abord méconnu, le minerai n'étant plus à l'état de peroxyde, mais à celui de carbonate. Et la même chose a lieu en Normandie, pour les minerais de la base de l'étage ordovicien. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence, aux environs de Corinthe, de lherzolites identiques à celles des Pyrénées*. Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« Les serpentines constituent en Grèce de nombreux et importants gisements. Aucune *péridotite* n'a été signalée dans cette région et M. Lepsius a même conclu de son étude des serpentines de l'Attique et du Péloponèse que ces roches proviennent toutes de la transformation de *gabbros à olivine*. Ce fait donne un intérêt spécial à la découverte que j'ai faite aux environs de Corinthe de *lherzolites*, identiques à celles des Pyrénées.

» Au cours d'une mission en Grèce (1896), j'ai été frappé, en allant de Corinthe à Mycène, par la ressemblance que présentent les monts Onéiens avec les paysages pyrénéens des régions lherzolitiques. Des falaises de calcaire blanc (crétacé?) sont adossées à des roches profondément ravinées, indiquées comme serpentines sur la carte géologique de Philippson.

» J'ai gravi les monts Onéiens par l'ouest; c'est sous le conglomérat néogène que se rencontre la lherzolite au voisinage des calcaires blancs et dans les ravins qui, à l'ouest de ceux-ci, se dirigent vers le nord. La lherzolite s'émiette à ses affleurements, elle n'est que peu ou pas serpentinisée; par place, elle est recouverte par un conglomérat presque exclusivement formé par de la lherzolite. Ce conglomérat est peut-être, au point de vue de l'âge, l'homologue des conglomérats serpentineux, décrits par les géo-

logues de l'expédition de Morée aux environs de Nauplie. Je n'ai pu voir son contact immédiat avec les calcaires marmoréens, contact qui s'effectue sous bois.

» La lherzolite présente l'aspect extérieur, la composition minéralogique (olivine, bronzite, diopside chromifère, picotite) et les particularités de structure de celle de Lherz (Ariège). L'olivine y est souvent plus abondante cependant, le diopside chromifère plus rare et la roche passe alors à la harzburgite; les groupements de bronzite et de diopside y sont fréquents, de même que les déformations de structure dues à des actions mécaniques. La serpentinisation, quand elle existe, conduit à une serpentine à structure maillée, renfermant parfois de la trémolite.

» Le conglomérat lherzolitique reproduit dans ses plus minutieux détails le conglomérat de l'étang de Lherz; on y trouve des types formés par de gros blocs arrondis de lherzolite avec ou sans calcaire, alors que d'autres sont formés par un véritable sable d'éléments lherzolitiques, cimentés par de la calcite. L'examen microscopique fait voir que, de même que dans les Pyrénées, les éléments détritiques de ces conglomérats sont d'ordinaire remarquablement frais, souvent à peine altérés, quelle que soit leur finesse. Quand on s'éloigne du contact immédiat de la lherzolite, on voit la proportion de cette roche, dans le conglomérat, diminuer et celle des fragments calcaires augmenter au contraire.

» Dans d'assez nombreux échantillons, j'ai observé, à l'état microscopique, de petits fragments d'une roche microlitique (*andésite augitique*), identique à celle que l'on trouve en place à l'Acrocorinthe (¹).

» L'origine sédimentaire de ce conglomérat lherzolitique est évidente; j'attache une certaine importance à cette constatation qui fournit une démonstration de l'exactitude des conclusions auxquelles m'a conduit l'étude des conglomérats lherzolitiques de l'étang de Lherz, décrits autrefois comme des brèches éruptives alors qu'ils ne sont en réalité qu'un facies particulier de la brèche jurassique supérieure, exclusivement calcaire quand elle repose sur des calcaires, lherzolitique sur la lherzolite ou formée

---

(¹) Les géologues de l'expédition de Morée, et plus récemment M. Philippson, ont désigné comme *serpentine* la roche éruptive de l'Acrocorinthe, alors qu'Amsted l'a indiquée comme d'origine volcanique. Tous les échantillons que j'ai recueillis sur la route conduisant aux ruines sont constitués par une *andésite augitique* cristallitique très altérée.

par des roches métamorphisées par la lherzolite quand elle s'observe au contact de celles-ci:

» Au voisinage de la lherzolite des monts Onéiens, le conglomérat néogène renferme d'abondants blocs de lherzolite qui, à l'inverse de ceux du conglomérat lherzolitique, sont presque tous entièrement serpentinisés; ils sont accompagnés de très nombreux galets de *gabbros*, de composition variée : gabbros à grands cristaux de diallage avec ou sans olivine, gabbros à olivine sans pyroxène (*troctolite*), etc., présentant divers types de déformation mécanique, de saussuritisation et d'ouralitisation.

» J'ai recueilli aussi des fragments d'andésite augitique semblable à celle de l'Acrocorinthe, des *calcschistes à albite* et des *quartzites amphiboliques à dipyre*. Toutes ces roches doivent se trouver en place dans la partie méridionale et orientale des monts Onéiens que je n'ai pas eu le temps d'explorer. Il est probable que les gabbros y sont, comme dans les gisements similaires italiens, associés à la lherzolite. Quant aux roches à albite et dipyre, leur origine est plus douteuse; elles peuvent provenir d'un lambeau de schistes cristallins encore inconnu (ces roches n'ont pas encore été signalées dans cette partie du Péloponèse); mais, comme d'autre part le *dipyre* est, dans les Pyrénées, le minéral métamorphique caractéristique des contacts lherzolitiques, on peut se demander si les échantillons que j'ai examinés ne sont pas plutôt des fragments de sédiments secondaires métamorphisés par la lherzolite.

» Quoi qu'il en soit de cette question particulière, on voit qu'il existe, dans le nord-est du Péloponèse, des lherzolites remarquablement identiques à celles des Pyrénées; elles constituent la roche originelle des serpentines du conglomérat néogène de la même région. L'étude microscopique des serpentines d'un grand nombre de gisements du Péloponèse et de l'Attique me conduit à étendre cette conclusion non à toutes celles-ci, mais au plus grand nombre d'entre elles. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une loi nouvelle relative aux groupements des cristaux.* Note de M. **Fr. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« Mallard a montré que très fréquemment les cristaux se groupent symétriquement autour des éléments de symétrie déficients du réseau, c'est-à-dire des éléments de symétrie du réseau faisant défaut dans le corps

cristallisé ; mais le groupement de certains minéraux échappe à cette loi : tels ceux de la marcassite, de la fluorine, de la boléite, etc.

» Considérant que les éléments de symétrie de la particule complexe (molécule de Bravais) jouent dans la symétrie du corps cristallisé le même rôle que les éléments de symétrie du réseau, je me suis demandé si les cristaux ne pourraient se grouper symétriquement autour des éléments déficients de cette particule.

» Ces groupements pourraient être beaucoup plus compliqués que les premiers, puisque la particule complexe, contrairement au réseau, peut posséder un axe de symétrie d'ordre quelconque.

» En outre, tandis que dans les groupements satisfaisant à la loi de Mallard, les réseaux des différents cristaux sont parallèles, les particules étant orientées symétriquement par rapport aux éléments de symétrie déficients, dans les nouveaux groupements, c'est l'inverse qui doit avoir lieu : les particules des différents cristaux seront parallèles, les réseaux étant orientés symétriquement par rapport aux éléments déficients.

» La fluorine nous offre un exemple très frappant de ces groupements, exemple très concluant par la concordance parfaite, malgré sa complexité, entre les résultats de l'observation et les vues théoriques précédentes. On observe, en effet, très fréquemment des groupements de cubes dans lesquels deux cristaux ont un axe ternaire commun, l'un d'eux ayant tourné relativement à l'autre d'un angle qui diffère très visiblement de 60°. Des mesures m'ont montré que les faces de ces cubes font entre elles des angles égaux à 36°, 60°, 72°, ou à leurs suppléments ; un calcul très simple permet d'établir que deux cubes ainsi orientés ont un axe ternaire commun, l'un d'eux ayant tourné de 44°30′ relativement à l'autre. Or il est facile de voir que le groupement constitué par cinq cubes orientés deux à deux, comme je viens de l'indiquer, possède six axes quinaires, dix axes ternaires, quinze axes binaires, un centre et quinze plans de symétrie, autrement dit il possède les éléments de symétrie de l'icosaèdre régulier.

» Les axes ternaires et les axes binaires de cet icosaèdre peuvent en effet se répartir dans les cinq groupes suivants, où la lettre L représente les axes ternaires, la lettre Λ les axes binaires et la lettre Π les plans de symétrie :

$$L_1,\ L_2, L_3, L_4, 3\Lambda_1, C, 3\Pi_1,$$
$$L_5,\ L_6, L_7, L_4, 3\Lambda_2, C, 3\Pi_2,$$
$$L_8,\ L_9, L_7, L_3, 3\Lambda_3, C, 3\Pi_3,$$
$$L_{10}, L_9, L_6, L_2, 3\Lambda_4, C, 3\Pi_4,$$
$$L_{10}, L_5, L_6, L_1, 3\Lambda_5, C, 3\Pi_5.$$

» Dans chacun de ces groupes les éléments occupent la même position relative que les axes ternaires et les axes quaternaires d'un réseau cubique; comme on le voit, deux quelconques d'entre eux ont un axe ternaire commun, l'un d'eux ayant tourné autour de cet axe d'un angle égal à 44°28'. Ils sont en outre symétriques les uns des autres relativement aux six axes quinaires.

» On voit donc que, si les particules complexes de la fluorine isotrope possèdent les éléments de symétrie de l'icosaèdre, elles sont susceptibles, tout en restant parallèles, de se disposer suivant les mailles de cinq réseaux cubiques et de donner ainsi naissance à cinq cristaux symétriques par rapport à six axes quinaires, c'est-à-dire par rapport aux éléments déficients de cette particule.

» La marcassite donne naissance à des groupements quinaires s'expliquant très simplement par la nouvelle loi. Cette substance cristallise en prismes orthorhombiques dont l'angle est égal à 73°55', c'est-à-dire très sensiblement à $\frac{2\pi}{5}$, et l'on observe assez fréquemment des associations de cinq cristaux disposés symétriquement autour de l'arête verticale. Si la particule complexe possède un axe d'ordre 10 parallèle à cette arête, elle pourra, tout en conservant une orientation unique, se disposer suivant les mailles de cinq réseaux terbinaires et donner naissance à cinq cristaux orientés symétriquement par rapport à l'axe d'ordre 10, considéré comme axe quinaire. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Nouvelles recherches sur un moyen de préserver le bois de Chêne de la vermoulure.* Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Il y a cinq ans, j'ai fait connaître un procédé destiné à garantir le bois de Chêne de la vermoulure à laquelle sont fréquemment exposés les objets fabriqués avec ce bois, quand il n'a pas été rigoureusement dépouillé de son aubier ([1]). J'avais constaté d'une part que le bois dépourvu d'amidon n'est plus attaqué par les vrillettes, ces insectes qui produisent la vermoulure, et d'autre part qu'il est possible de faire disparaître l'amidon d'un tronc de Chêne, soit en l'écorçant complètement, soit en se bornant à le décortiquer annulairement au-dessous des branches les plus basses.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXVII, p. 694.

L'opération étant faite au printemps, l'amidon, dans le premier cas, a disparu, dès l'automne suivant, de la région écorcée; dans le second cas, il faut plus de temps : la résorption n'est généralement complète que vers l'automne de l'année suivante.

» Le procédé était trouvé. Restait à le rendre d'une application aussi facile que possible. Et d'abord quel est, des deux modes d'écorcement dont je viens de parler, celui auquel on doit donner la préférence? L'écorcement total présente plusieurs inconvénients. D'abord il n'est pas d'une application générale, car, dans certains cas, la résorption de l'amidon n'est pas complète. Quand la réserve amylacée est abondante, dans un Chêne vigoureux par exemple, il arrive que l'aubier se dessèche et meure avant de s'être entièrement débarrassé de son amidon. De plus, en privant le tronc de son écorce pendant toute une saison végétative, on perd l'accroissement d'une année, valeur qui, négligeable pour un arbre, ne l'est plus, dès qu'il s'agit de tous ceux d'un massif. Ce n'est pas tout. Si l'écorcement sur pied d'un Chêne d'âge moyen peut se faire assez aisément, il n'en est plus de même pour un arbre de 100, 150 ou 200 ans. Il faut alors un assortiment d'échelles d'un maniement fort incommode dans les massifs, et l'opération devient onéreuse. Enfin dans le cours de l'été suivant, la superficie du tronc se desséchant plus vite que l'intérieur, il en résulte des gerçures parfois assez profondes qui le déprécient. Pour ces divers motifs le procédé de l'écorcement total doit être rejeté.

» Reste celui de l'annélation pratiquée sur les premières branches. J'ai dit que, dans ce cas, la résorption de l'amidon est plus lente. C'est un inconvénient; mais, en revanche, cette résorption n'est pas sujette à des exceptions, comme dans l'écorcement total : l'aubier, ne se desséchant pas, continue à vivre et finit par se débarrasser un peu plus tôt ou un peu plus tard de toute sa substance amylacée. Bien que la couche ligneuse qui se forme la première année soit plus mince que les précédentes, elle n'est pas absolument nulle. L'accroissement en grosseur d'une année n'est donc pas entièrement perdu. L'aubier, maintenu par l'écorce, ne se gerce pas. Enfin l'annélation peut se faire aisément par un ouvrier ébrancheur, muni de crampons, surtout s'il a soin de la pratiquer non pas au-dessous, mais immédiatement au-dessus des premières branches sur lesquelles il s'appuie. Il ne reste plus qu'à supprimer ensuite celles-ci, pour que toute communication de la cime avec le tronc soit interceptée.

» Malgré ces avantages, l'obligation de laisser un intervalle de dix-huit mois entre l'époque de l'annélation et celle de l'abatage de l'arbre serait

très gênante dans la pratique, du moins pour les exploitations quelque peu importantes. J'ai cherché alors s'il n'y avait pas moyen d'obtenir une résorption complète de l'amidon au cours d'une seule saison végétative. J'avais remarqué qu'en pratiquant sur un chêne deux annélations à quelque distance l'une de l'autre (50^{cm} par exemple) la résorption était plus rapide dans la région interannulaire que dans la région située au-dessous de l'anneau inférieur et que dans les anneaux eux-mêmes. Je pratiquai alors, au commencement de mai, sur un certain nombre de sujets, deux annélations : l'une au pied de l'arbre, l'autre à l'extrémité du fût. Dès le mois de septembre l'amidon avait complètement disparu de l'aubier. Il convient de procéder à cette opération au début du printemps, époque où, dans le Chêne, le minimum hivernal de la réserve amylacée n'a pas encore pris fin et où néanmoins l'écorce commence à se détacher assez facilement. On comprend qu'il faille alors moins de temps pour obtenir la disparition de l'amidon.

» Bien que, de la manière qui vient d'être indiquée, l'annélation supérieure ne soit pas d'une exécution difficile, il serait préférable de pouvoir s'en passer en se bornant à l'annélation inférieure. J'ai recherché si la chose est possible. Il semble au premier abord qu'on aille, dans cette voie, à l'encontre du but qu'on se propose d'atteindre, car, si l'annélation a pour conséquence de faire disparaître l'amidon de la région infra-annulaire, elle a, par contre, pour résultat, de l'accumuler dans la région supra-annulaire, du moins pendant un certain temps. Mais peu à peu cette réserve diminue par suite du dépérissement graduel des branches. Quand ce dépérissement est complet, l'aubier n'étant plus alimenté par la cime périt à son tour et le reste d'amidon qu'il renfermait disparaît.

» Mais alors peut se présenter un grave inconvénient. Pour peu qu'on tarde à exploiter l'arbre, l'aubier risque d'être envahi par des larves d'insectes ou de champignons. Si donc le procédé d'écorcement réduit à l'annélation inférieure est commode, le résultat en est scabreux. Il ne saurait convenir qu'aux petites exploitations où l'on est en mesure de surveiller attentivement les sujets en traitement et de les abattre au moment favorable.

» La résorption de l'amidon est toujours accompagnée d'un dépôt de tanin. Aussi l'annélation a-t-elle pour effet d'augmenter la teneur en cette substance des portions du tronc situées dans l'anneau et au-dessous de l'anneau. Mais l'augmentation est faible, parce que ces régions, ne recevant plus d'amidon de la cime, sont réduites à celui qu'elles renfer-

maient au moment de l'opération. Il n'en est plus de même pour la région supra-annulaire dans laquelle l'amidon formé par les feuilles s'accumule pendant plusieurs mois. Aussi cette région devient-elle très riche en tanin, surtout après que tout l'amidon a été résorbé. Son aubier se colore d'une manière presque aussi intense que le duramen par le perchlorure de fer. Toutefois, comme ce tanin est localisé dans les cellules radiales et ligneuses et n'est pas fixé sur les fibres, on ne peut assimiler cet aubier qu'à un duramen en formation et non à du bois parfait dont il n'a ni les propriétés, ni la teinte, bien que, par places, celle-ci se soit foncée.

» Par le procédé de la double annélation, on réalisera donc un double avantage : le tronc sera débarrassé de son amidon et rendu réfractaire à la vermoulure, en même temps que les branches seront, dans une certaine mesure, enrichies en tanin. Or, ce sont principalement les branches de Chêne qui fournissent les extraits dont l'extension est de plus en plus grande dans l'industrie du tannage. »

M. **J.-L. Lefort** adresse une Note sur l'éclipse de Lune qui se produira le 27 décembre 1898.

M. **J. Miffre** adresse une Note intitulée : « Injection d'air sous les navires, pour augmenter la vitesse ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 décembre 1898.

Les maladies microbiennes des animaux, par MM. Ed. Nocard et E. Leclainche. Deuxième édition. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chauveau; renvoyé au concours des prix Montyon, 1899.)

Traité des maladies du foie et du pancréas, par E. Lancereaux, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, Octave Doin, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Potain; renvoyé au concours des prix Montyon, 1899.)

Guide pratique du chimiste métallurgiste et de l'essayeur, par L. Campredon, Chimiste métallurgiste. Paris, Baudry et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot.)

Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques, par le colonel A. Laussedat, Membre de l'Institut, Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers. Tome I. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Laussedat.)

Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége. Vol. I. Bruxelles, Hayez, 1897; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica *L.*, par A. Gravis, Professeur à l'Université de Liége. Bruxelles, Hayez, 1898; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Kalkulos sobre las kanerias de agua, por A.-E. Salazar. Santiago de Chile, Hume, 1898; 1 vol. in-8°.

Monographs of the United States geological Survey. Vol. XXX. Washington, Government printing office, 1898; 1 vol. in-4°.

Anales de la Oficina meteorologica Argentina, por su Director Gualterio G. Davis. Tome XII. Buenos Aires, E. Coni é Hijos, 1898; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 5 décembre 1898.)

Note de M. *A. Ditte*, Sur les propriétés de l'aluminium :

Page 920, ligne 14, à la fin de l'équation (2), *au lieu de* + 287, *lisez* + 28,7.

Note de M. *A. Cotton*, Absorption dans un champ magnétique :

Page 953, ligne 20, *au lieu de* soit de préférence à l'aide d'un second nicol, *lisez* soit de préférence à l'aide d'une lunette.

Page 954, ligne 6, *au lieu de* avec ces appareils et une lumière blanche intense, et

une bonne extinction, *lisez* avec ces appareils et une lumière blanche intense, une bonne extinction.

Même page, ligne 29, *au lieu de* la nature des *vibrations* absorbées à la nature des radiations émises, *lisez* la nature des *vibrations* absorbées à la nature des *vibrations* émises.

(Séance du 19 décembre 1898.)

Rapport de M. *E. de Jonquières* sur le Mémoire de M. *des Cilleuls :*

Page 1087, ligne 6, *au lieu de* normal, *lisez* moral.

FIN DU TOME CENT VINGT-SEPTIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1898.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXVII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Y

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
26059 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.